



**UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE  
UFR ENVIRONNEMENT**

**REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE**

**Union-Discipline-Travail**

-----  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique**

**ANNEE : 2021-2022**

**N° D'ORDRE :**

**049 / 2022**

**CANDIDAT**

**Nom : KANGA**

**Prénom : Kouassi Philippe**

# **THESE DE DOCTORAT**

**Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution**

**Spécialité : Ecologie Animale**

**Diversité et dynamique spatio-temporelle du  
peuplement d'amphibiens de la Réserve Naturelle  
Intégrale du Mont Nimba (Ouest, Côte d'Ivoire)**

## **JURY**

**Président : M. KONE Tidiani, Professeur Titulaire,  
Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Directeur : M. KOUAME N'Goran Germain, Maître de Conférences,  
Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Rapporteur : M. TOHE Blayda, Maître de Conférences,  
Université Nangui ABROGOUA**

**Examineurs : M. KWADJO Koffi Eric, Maître de Conférences,  
Université Nangui ABROGOUA**

**M. BONY Kotchi Yves, Professeur Titulaire,  
Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Soutenue publiquement  
le 14 avril 2022**

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>PAGE</b>
DEDICACE .....	vi
AVANT-PROPOS.....	vii
REMERCIEMENTS .....	viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	xi
LISTE DES TABLEAUX .....	xii
LISTES DES FIGURES .....	xiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : GENERALITES.....	6
I-1- Généralités sur les Amphibiens .....	7
I-1-1- Forme de la tête des amphibiens anoures .....	11
I-1-2- Membres des amphibiens anoures : pattes antérieures et postérieures.....	12
I-1-3- Structure de la peau .....	14
I-1-4- Coloration générale du corps des amphibiens anoures.....	14
I-1-5- Dimorphisme sexuel chez les amphibiens anoures .....	16
I-1-6- Reproduction des amphibiens anoures .....	17
I-1-7- Ecologie des amphibiens anoures .....	18
I-1-8- Régime alimentaire des amphibiens anoures .....	19
I-1-9- Importance des amphibiens anoures.....	19
I-1-10- Etat des connaissances des Amphibiens de la Côte d’Ivoire .....	20
I-2- Présentation de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	21
I-2-1- Situation géographique et historique de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	21
I-2-2- Géologie.....	23
I-2-3- Climat .....	23
I-2-4- Relief, sol et hydrographie .....	25
I-2-5- Végétation et flore .....	26

I-2-6- Faune .....	28
I-2-7- Gestion de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	30
I-2-8- Facteurs humains et leurs influences sur la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	30
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>32</b>
II-1- Matériel .....	33
II-1-1- Matériel biologique .....	33
II-1-2- Matériel technique.....	33
II-1-2-1- Matériel de mesure des paramètres physiques du milieu .....	33
II-1-2-2- Matériel d'échantillonnage des amphibiens.....	33
II-1-2-3- Autre matériel.....	33
II-2- Méthodes .....	34
II-2-1- Choix des sites d'étude et établissement des transects.....	34
II-2-2- Transects d'échantillonnage .....	36
II-2-3- Caractérisation des habitats prospectés .....	39
II-2-4- Mesure de la température et de l'humidité relative de l'air.....	40
II-2-5- Echantillonnage des amphibiens.....	40
II-2-5-1- Technique visuelle.....	41
II-2-5-2- Technique acoustique .....	41
II-2-6- Statut de conservation de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).....	42
II-2-7- Méthodes d'analyse du peuplement des amphibiens .....	44
II-2-7-1- Richesse spécifique observée.....	44
II-2-7-2- Richesse spécifique estimée.....	44
II-2-7-3- Indice de Sørensen.....	45

II-2-7-4- Pourcentage d'occurrence ou de fréquence .....	45
II-2-7-5- Indice de Shannon .....	46
II-2-7-6- Equitabilité.....	46
II-2-8- Traitements statistiques des données .....	47
II-2-8-1- Analyses univariées .....	47
II-2-8-2- Analyses multivariées.....	48
II-2-8-2-1- Classification Hiérarchiques Ascendantes .....	48
II-2-8-2-2- Carte auto organisatrice de Kohonen.....	48
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....	51
III-1- Résultats.....	52
III-1-1- Caractéristiques physiques de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba ...	52
III-1-1-1- Variations spatiales de la canopée, la densité des végétaux ligneux et l'épaisseur de la litière de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba..	52
III-1-1-2- Variations spatiales de la température de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	54
III-1-1-3- Variations spatiales de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	54
III-1-1-4- Variations saisonnières de la température de l'air et de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	57
III-1-2- Diversité du peuplement d'amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	58
III-1-2-1- Richesse spécifique globale des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	58
III-1-2-2- Richesse spécifique des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	61

III-1-2-2-1- Richesse spécifique des anoures selon les transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	61
III-1-2-2-2- Typologie des habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	65
III-1-2-2-3- Abondance relative globale des taxons d’anoures récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	65
III-1-3- Dynamique spatio-temporelle du peuplement d’amphibiens anoures et les paramètres environnementaux .....	68
III-1-3-1- Composition et distribution des espèces d’anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	68
III-1-3-2- Variations spatiale et saisonnière des amphibiens anoures des différents habitats.....	72
III-1-3-2-1- Richesse spécifique des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	72
III-1-3-2-2- Indice de diversité de Shannon .....	74
III-1-3-2-3- Equitabilité .....	75
III-1-3-3- Abondance relative des amphibiens anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	77
III-1-3-3-1- Abondance des anoures selon les habitats .....	77
III-1-3-3-2- Variations saisonnières de l’abondance des familles en fonction des habitats .....	87
III-1-3-3-3- Variations saisonnières de l’abondance des espèces en fonction des habitats .....	91
III-1-3-3-4- Déterminisme de la distribution spatio-temporelle des espèces d’anoures .....	95

III-1-4- Statut biogéographique des espèces d'amphibiens anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	103
III-1-4-1- Distribution géographique des espèces de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	103
III-1-4-2- Répartitions des espèces dans des habitats préférentiels.....	107
III-1-4-3- Statut de conservation des espèces collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	108
III-1-4-4- Distribution des espèces d'anoures échantillonnées en fonction de l'altitude dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba .....	111
III-2- Discussion .....	112
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	123
CONCLUSION.....	124
RECOMMANDATIONS .....	126
PERSPECTIVES.....	127
REFERENCES.....	128
PUBLICATION .....	128

## **DEDICACE**

Je dédie cette thèse,

A l'Éternel, mon DIEU, le tout puissant de m'avoir aidé à arriver au bout de mes études. A lui seul l'honneur et la gloire.

A l'homme, ma précieuse offre de Dieu, à qui je dois ma vie et ma réussite : mon cher père, Feu KOFFI Kanga disparu trop tôt. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir et qui n'a jamais dit non à mes exigences : mon adorable mère, KOUASSI Amino Hélène. Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma force pour affronter les différents obstacles.

A mon frère, KANGA Koffi Xavier, mon neveu KOFFI Koffi David et mes sœurs, KANGA Amino Suzane, KANGA Aya Thérèse, KANGA N'ssan Marie, KOFFI Aya Monique, KANGA N'Goran Elisabeth et KANGA Loukou Adele, sans le soutien desquels je n'aurais pu mener à bien ce travail de recherche. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma fiancée KONAN Akissi Mariosse, pour son amour, sa patience, ses encouragements et son soutien moral qui ont été pour moi une source de motivation. Que le Seigneur nous unisse davantage.

A mon fils, KANGA Koffi Yannick Ange-Mondesir, qui a parfois été privé de ma présence du fait de cette thèse. Tu as toute mon affection.

## **AVANT-PROPOS**

Les travaux de cette thèse ont été menés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (RNIMN), située dans la Région de Tonkpi, dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Cette thèse a été initiée par le Docteur KOUAME N'Goran Germain, Maître de Conférences à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa. Il a contribué financièrement pour la bonne marche de nos travaux de recherches.

La portée scientifique de cette thèse est de mieux connaître le peuplement d'amphibiens des écosystèmes naturels afin de contribuer à leur conservation durable.



## REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à la collaboration de certaines personnes que je tiens très sincèrement à remercier.

Je voudrais témoigner ma profonde gratitude aux Professeurs TIDOU Abiba Sanogo Epouse KONE, Présidente de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, KONE Tidiani, Vice-présidents et AKAFFOU Doffou Sélastique, pour avoir accepté mon inscription dans l'institution qu'ils dirigent.

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude au Professeur KONE Tidiani, pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

J'aimerais exprimer ma profonde reconnaissance au Professeur KOUASSI Kouakou Lazare, Directeur de l'UFR de l'Environnement à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, pour sa disponibilité et sa contribution à ma formation.

Je voudrais témoigner ma profonde gratitude au Professeur KOFFI Béné Jean-Claude, Directeur du Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop) à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, pour son soutien, sa disponibilité et sa contribution dans la réalisation de ma thèse.

Je voudrais exprimer ma profonde reconnaissance au Docteur KOUAME N'Goran Germain, Maître de Conférences à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, qui a assuré l'encadrement de cette thèse. Au cours de cette formation doctorale, j'ai pu bénéficier de son soutien financier, de sa constante disponibilité, de son suivi rigoureux, de son soutien indéfectible, de son immense gentillesse, de sa rigueur scientifique. Il a toujours répondu promptement à toutes mes sollicitations et a joué un rôle déterminant dans le processus de publication des articles et de finalisation de cette thèse. Son esprit d'ouverture et de communication a été indispensable pour surmonter à bon escient toutes les difficultés.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance au Professeur Mark-Oliver RÖDEL, de l'Institut des Sciences de l'Evolution et de la Biodiversité et du Muséum d'Histoire Naturelle de Berlin (Allemagne), dont les critiques ont fortement contribué à l'amélioration de cette thèse.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance aux autorités de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR), notamment au Directeur de la zone ouest de la Côte d'Ivoire, Colonel ZANNOU Moïse Gbedjegbedji et au chef secteur de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont

Nimba, Commandant ZOH Jimmy Patrice et son adjoint, Lieutenant OULE Didié, qui ont mis à notre disposition des agents et un véhicule pour la réalisation de nos travaux en toute sécurité. Mes remerciements vont également à l'endroit du Commandant MOBIO Adeké Antoine M. (ex-chef secteur de la RNIMN), du Commandant Beda Ange Alex (chargé du suivi écologique et du système d'information géographique) et à tous les agents de la direction zone ouest de l'OIPR pour leur soutien logistique.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance au Docteur TOHE Blayda, Maître de Conférences à l'Université Nangui ABROGOUA, en sa qualité de rapporteur. Ses critiques ont fortement contribué à l'amélioration de cette thèse.

J'aimerais exprimer toute ma gratitude au Docteur KWADJO Koffi Eric Maître de Conférences à l'Université Nangui ABROGOUA, pour avoir accepté d'être examinateur de cette thèse.

Je voudrais remercier vivement Professeur BONY Kotchi Yves de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa, pour avoir accepté de prendre part à ce jury comme examinateur.

J'aimerais exprimer ma gratitude au Docteur ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de Conférences à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa, pour avoir corrigé ce manuscrit et pour ses conseils et encouragements.

Je voudrais remercier très sincèrement Docteur KOUAME Akoua Michèle, de l'Université Nangui ABROGOUA, pour son aide dans le traitement statistique des données.

J'aimerais remercier mes compagnons de terrain, ZOGBASSE Parfait, N'GUESSAN Ouétre, ZINGBE Gbongbé Ulrich, AGOH Konan Laurent et GONGOMIN Basseu Aude-Inès pour leur collaboration dans la réalisation des travaux de recherche à la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Je voudrais remercier les guides de terrain de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba, GUEU Droh David, Zoda Topkpa Alphonse et Zangbéli Berthé pour leur dévouement et leur sollicitude. Ces remerciements sont également adressés à M. SEU Paul cadre de la région de Danané, et aux Populations riveraines des villages de Kouhan-Houlé, de Danipleu et de Yéalé pour leur hospitalité.

Aussi, voudrais-je exprimer ma gratitude aux enseignants-chercheurs, Docteur KOUAKOU Yao Celestin et Docteur N'GUESSAN Antoine, tous Maîtres assistants à

l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa, pour leur disponibilité, leur assistance permanente, leurs critiques et leur contribution à la réalisation de ce mémoire.

J'aimerais dire merci à tous les enseignants-chercheurs et collègues doctorants de l'Equipe de Travail d'Ecologie Tropicale Animale (ETETA), du Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, qui ont participé à la réalisation de ce manuscrit. Je leur souhaite pleins succès dans leurs travaux respectifs et ils peuvent toujours compter sur ma franche et fraternelle collaboration.

Je voudrais exprimer mes sincères remerciements au pasteur KOUASSI Koffi Eugène, Messieurs AHOU Koffi Kevin et KOUADIO Koffi Lambert pour leurs prières et encouragements multiformes durant l'accomplissement de ce travail.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance à Messieurs TOKPA Gueu Mathieu, chef de service opérations à l'Agence Centrale des Dépôts (ACCD) du trésor de Daloa, à Monsieur KONE Lassina, chef d'agence de la banque Credit Access de Daloa et à mon tuteur, Monsieur DJAMA Benson Oscar et son épouse YOHOU Charlotte pour leur soutien matériel et financier.

Enfin, à tous mes amis et connaissances qui, de loin ou de près m'ont encouragé, aidé tout au long de mes travaux de recherche, qu'ils trouvent à travers ce travail l'expression de mes sincères remerciements.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

ACH	: Analyse de Classification Hiérarchique
ANOVA	: Analysis of Variance (Analyse de variance)
CITES	: Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
e.g.	: Exempli gratia
FPRCI	: Fondation pour les Parcs et Réserves de Côte d'Ivoire
GPS	: Global Positioning System (Système de Positionnement géographique)
HF	: Habitats Fermés
HC	: Habitats Clairsemés
HOp	: Habitats Ouverts à la périphérie
HOs	: Habitats Ouverts de la savane
IFAN	: Institut Fondamental d'Afrique Noire
OIPR	: Office Ivoirien des Parcs et Réserves
PAPACO	: Programme sur les Aires Protégées d'Afrique & Conservation
PAST	: PAlaeontological STatistics (Statistiques pour la paléontologie)
RNIMN	: Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba
SOM	: Self Organizing Maps (Carte auto-organisatrice de Kohonen)
SP	: Saison des pluies
SS	: Saison Sèche
UFR	: Unité de Formation et de Recherches
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature (International Union for Conservation of Nature)
UJLoG	: Université Jean LOROUGNON GUEDE
UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>PAGE</b>
Tableau I : Caractéristiques globales des différents transects et leurs coordonnées géographiques. ....	39
Tableau II : Diversité des amphibiens anoures échantillonnés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	59
Tableau III : Répartition des taxons d' amphibiens anoures dans les différents transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	62
Tableau IV : Fréquence d'apparition des espèces d'amphibiens anoures dans les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	70
Tableau V : Valeurs de l'indice de Sørensen de comparaisons des types d'habitats abritant les anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	72
Tableau VI : Variations saisonnières de la richesse taxonomique moyenne selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	73
Tableau VII : Variations saisonnières de l'indice moyen de diversité de Shannon selon les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	75
Tableau VIII : Variations saisonnières de l'équitabilité selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	76
Tableau IX : Abondance relative des amphibiens anoures des habitats fermés (HF) échantillonnés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	77
Tableau X : Abondance relative des amphibiens anoures des habitats clairsemés (HC) de la RNIMN.....	80
Tableau XI : Abondance relative des amphibiens anoures échantillonnés dans les habitats ouverts à la périphérie (HOp) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.	82
Tableau XII : Abondance relative des amphibiens anoures échantillonnés dans les habitats ouverts de la savane (HOs) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ...	85

Tableau XIII : Différentes tailles de la carte auto-organisatrice de Kohonen et les erreurs quantitative correspondantes (la taille retenue est en gras) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	95
Tableau XIV : Liste des espèces d'amphibiens anoures collectées dans des habitats d'échantillonnage de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba avec leurs habitats préférentiels, distributions géographiques et leur statut selon la Liste rouge de l'UICN.....	104

<b>LISTES DES FIGURES</b>	<b>PAGE</b>
Figure 1 : Espèces d'Amphibiens appartenant à l'ordre des Gymnophiones (a), des Urodèles (b) et des Anoures (c).....	9
Figure 2 : Espèces d'amphibiens anoures de petite taille (a) et grande taille (b).....	10
Figure 3 : Forme des museaux chez les amphibiens anoures.....	11
Figure 4 : Forme des pupilles chez les amphibiens anoures. ....	12
Figure 5 : Forme des pattes des amphibiens anoures.....	13
Figure 6 : Structure générale de la peau de quelques amphibiens anoures.....	15
Figure 7 : Caractères sexuels secondaires chez les amphibiens anoures mâles. ....	16
Figure 8 : Exemple d'un schéma du cycle de développement de l'œuf à un imago métamorphosé chez les anoures à développement aquatique. ....	18
Figure 9 : Localisation de la chaîne de montagne du Mont Nimba.....	22
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de 1989 à 2019 du département de Danané. ....	24
Figure 11 : Carte de la végétation de la Réserve Intégrale du Mont Nimba. ....	28
Figure 12 : Matériel d'échantillonnage des amphibiens anoures. ....	34
Figure 13 : Vue partielle de quelques habitats explorés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	35
Figure 14 : Représentation schématique d'un transect. ....	36
Figure 15 : Dispositif d'échantillonnage par transects. ....	38
Figure 16 : Structure des catégories de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2018). ....	43
Figure 17 : Schéma simplifié de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM).....	49
Figure 18 : Variations des paramètres physiques dans les différents transects et habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	53

Figure 19 : Variations spatiales de la température de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	55
Figure 20 : Variations spatiales de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	56
Figure 21 : Variations saisonnières de la température de l'air dans les transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	57
Figure 22 : Variations saisonnières de l'humidité relative de l'air dans les transects. ....	58
Figure 23 : Courbe d'accumulation spécifique ou indice de Mao-Tau des amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	61
Figure 24 : Classification des transects sur la base des similarités taxonomiques. ....	65
Figure 25 : Variations des abondances relatives des familles d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	66
Figure 26 : Variations des abondances relatives des espèces d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	67
Figure 27 : Variations de la richesse taxonomique selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	73
Figure 28 : Variation de l'indice de diversité de Shannon selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	74
Figure 29 : Variation de l'équitabilité selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	76
Figure 30 : Spécimens d'anoures des habitats fermés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	78
Figure 31 : Spécimens d'anoures des habitats clairsemés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	81
Figure 32: Spécimens d'anoures des habitats ouverts à la périphérie de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	84



Figure 33 : Spécimens d'anoures des habitats ouverts de la savane de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	86
Figure 34 : Abondance relative saisonnière des familles d'amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	89
Figure 35 : Carte auto-organisatrice de Kohonen composée de 80 cellules et classification hiérarchique des cellules sur la base des abondances par espèce d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	96
Figure 36 : Classification des espèces d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en trois groupes à partir de la carte auto-organisatrice de Kohonen.....	97
Figure 37 : Distribution des espèces de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen.....	98
Figure 38 : Liste des espèces abondantes dans chaque groupe défini par la carte auto-organisatrice de Kohonen de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ...	101
Figure 39 : Caractéristique des habitats sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	102
Figure 40 : Répartition géographique (en %) des espèces échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	107
Figure 41 : Répartition (en %) des espèces échantillonnées selon leurs habitats préférentiels.	108
Figure 42 : Résumé du statut de conservation de toutes les espèces d'anoures collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. ....	109
Figure 43 : Espèces d'anoures de la catégorie des données insuffisantes (DD) collectées.....	109
Figure 44 : Espèces d'anoures collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba menacées selon la Liste rouge de l'UICN. ....	110
Figure 45 : Distribution spécifique des anoures collectés en fonction de la variation de l'altitude de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	111

# **INTRODUCTION**

La classe des Amphibiens compte à ce jour 8446 espèces connues dans le monde (Frost, 2022). A l'exception des océans et des régions gelées de l'Arctique et de l'Antarctique, ces animaux sont distribués dans tous les habitats terrestres, y compris les milieux dulcicoles et saumâtres (Baillie *et al.*, 2010). Les amphibiens jouent un rôle très important dans les dynamiques des réseaux trophiques en tant que proies et prédateurs, et leur présence est indispensable dans l'équilibre écologique des habitats humides. En effet, les amphibiens consomment en priorité des insectes et d'autres invertébrés et ils sont eux-mêmes consommés par de nombreux vertébrés : poissons, oiseaux, reptiles et mammifères (Channing, 2001). Ainsi, ils participent au fragile équilibre de la nature en tant que maillons essentiels des chaînes alimentaires. En outre, les amphibiens contribuent à contrôler des populations d'invertébrés nuisibles, rôle important, d'une part dans le succès d'avancées agricoles et d'autre part, dans la lutte contre la propagation de maladies comme la malaria (Andrade *et al.*, 2013).

Les Amphibiens possèdent de nombreuses caractéristiques qui justifient leur très grande sensibilité aux perturbations des écosystèmes dans lesquels ils sont confinés. En effet, ils possèdent une respiration cutanée, une température corporelle variable et un mode de vie à la fois aquatique au stade larvaire et terrestre à l'âge adulte. De ce fait, ils peuvent fournir beaucoup plus de renseignements sur le paléoclimat, les variations climatiques et les perturbations environnementales affectant le globe terrestre que tous les autres groupes de vertébrés (Blaustein *et al.*, 2003). De plus, leur présence est indispensable aussi bien dans les dynamiques des réseaux trophiques que dans le maintien de l'équilibre des habitats humides. En effet, les œufs des grenouilles arboricoles, pondus en grande masse dans les arbres et arbustes, sont le plus souvent consommés par les singes à cause de leur richesse en protéines (Rödel *et al.*, 2002). Aussi, dans les mares, les étangs et les rivières, de grandes quantités de larves communément appelées têtards sont-elles les proies de diverses insectes aquatiques, de poissons et de tortues (Rudolf & Rödel, 2005). Quant aux amphibiens adultes, ils sont consommés principalement par les oiseaux, les reptiles (serpents, varans et crocodiles) et certains mammifères tels que les mangoustes et l'Homme (Mohneke *et al.*, 2010 ; Kouamé *et al.*, 2015).

En dépit de ces importances, l'une des tendances les plus alarmantes dont les causes commencent tout juste à être explorées est l'extinction brutale de 57,88 % des espèces d'amphibiens à l'échelle mondiale (Hoskyns, 2018 ; Frost, 2022). En effet, les amphibiens ne

disposent pas de moyens de locomotion rapide à grande distance. Par conséquent, ils sont continuellement exposés à diverses pressions telles que la déforestation, les feux de brousse, la pollution et les changements climatiques dont l'Homme est accusé d'être le premier responsable (Baillie *et al.*, 2010). De même, le déclin mondial des amphibiens résulte de leur surexploitation liée à la commercialisation ou à la consommation humaine (Rödder *et al.*, 2013 ; Herrel & van der Meijden, 2014 ; Martel *et al.*, 2014).

Toutefois, la zone forestière de la Haute Guinée en Afrique de l'Ouest est l'un des plus importants points chauds de la biodiversité mondiale (Myers *et al.*, 2000). Ainsi, les régions montagneuses sont des zones particulièrement importantes pour la conservation des amphibiens car elles offrent un grand nombre de différents types d'habitats, avec une grande richesse faunique. En particulier, les espèces vivant en altitude dont elles sont souvent endémiques ont une aire de répartition très restreinte (Khatiwada *et al.*, 2019 ; Portik *et al.*, 2019 ; Van der Hoek *et al.*, 2019). Cela s'applique également aux autres terres d'Afrique de l'Ouest, qui abritent des espèces d'amphibiens uniques et remarquables (Ofori-Boateng *et al.*, 2018). Or, selon Myers *et al.* (2000), 142 000 km<sup>2</sup> de forêt sont détruits dans le monde chaque année depuis les années 1980. Les principales causes sont la surexploitation liée aux activités agricoles et l'urbanisation (Bakarr *et al.*, 2001 ; Laurance *et al.*, 2001). Pour faire face à ces menaces, plusieurs Etats ont érigé des portions de forêts en aires protégées pour la conservation de la diversité biologique (Bruner *et al.*, 2001 ; Struhsaker, 2001 ; 2002).

En Côte d'Ivoire, cette politique a conduit à la création de plusieurs aires protégées dont l'une a été inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO en 1982 et déclarée Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (RNIMN) par la loi 2002-102 de février 2002 (Lauginie, 2007). Située à l'interface de trois pays d'Afrique de l'Ouest notamment la Guinée, le Libéria et la Côte d'Ivoire, la RNIMN abrite un nombre particulièrement élevé d'espèces biologiques endémiques (Monadjem *et al.*, 2013 ; Decher *et al.*, 2016 ; Monadjem *et al.*, 2016). L'espèce emblématique, endémique à la RNIMN, est le seul crapaud vivipare, *Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943) connu à ce jour sur le globe terrestre (Sandberger *et al.*, 2010 ; Monadjem *et al.*, 2016). Ainsi, cette chaîne de montagnes, qui s'élève abruptement des plaines environnantes jusqu'à une altitude de 1752 m, est considérée comme "exceptionnellement prioritaire" pour la conservation de la biodiversité dans la zone forestière de la Haute Guinée (Bakarr *et al.*, 2001 ; Lamotte & Roy, 2003).

Malgré le fait que la RNIMN soit connue pour sa diversité biologique, elle est soumise à plusieurs types d'agressions (Woods, 2003). En effet, des conflits au cours des dernières décennies ont accru les pressions sur les zones forestières de la Côte d'Ivoire. En particulier, la dernière crise socio-politique a conduit à des menaces telles que l'orpaillage, le braconnage et les exploitations forestières (Bohoussou, 2014).

Par ailleurs, hormis les recherches menées sur les amphibiens anoures dans les parties guinéenne et libérienne de la chaîne de montagnes, aucune étude ne s'est jamais concentrée exclusivement sur la partie ivoirienne des montagnes (Sandberger-Loua *et al.*, 2018 ; Schäfer *et al.*, 2019). De même, l'on ne dispose d'aucune information sur leur distribution dans le temps et dans l'espace (Sandberger-Loua *et al.*, 2010 ; Kouamé *et al.*, 2015). Ainsi, il s'avère indispensable d'entreprendre des travaux de recherche sur la distribution spatio-temporelle et la structure du peuplement d'amphibiens de la RNIMN en vue d'identifier les principaux facteurs responsables du déterminisme de leur répartition.

La présente étude a pour objectif principal de fournir une meilleure connaissance du peuplement d'amphibiens de la RNIMN en vue d'évaluer la qualité écologique de cette réserve et de contribuer à sa protection à long terme. Il s'agit plus spécifiquement, (i) de déterminer les paramètres physiques de l'environnement de la RNIMN, (ii) d'évaluer la diversité taxonomique des amphibiens, (iii) d'analyser la dynamique des populations d'amphibiens et leur relation avec les paramètres environnementaux et (iv) d'évaluer le statut biogéographique des espèces d'amphibiens. Afin d'atteindre ces objectifs, outre l'introduction, la conclusion, les recommandations et les perspectives, une approche méthodologique en trois chapitres a été considérée. Le premier chapitre présente une revue générale de la thématique abordée, la biologie et l'écologie des amphibiens et le milieu d'étude. Dans le deuxième chapitre, nous présentons le matériel et la méthodologie adoptée dans cette étude. Le troisième chapitre montre les résultats issus des analyses des données collectées et leur discussion.

# **CHAPITRE I : GENERALITES**

## **I-1- Généralités sur les Amphibiens**

Les amphibiens sont les descendants des amphibiens ancestraux paléozoïques (Labyrinthodontes) (Delsol *et al.*, 1980). Ainsi, ils sont les premiers vertébrés terrestres apparus dès le Dévonien (environ 400 millions d'années) (Grandperrin, 2001). En effet, ils ont dominé les animaux terrestres durant plus de 80 millions d'années et constituent les vertébrés tétrapodes à peau nue et humide. Ces animaux primitifs, encore appelés batraciens, présentent généralement un cycle de vie bi-phasique : une phase aquatique et une phase terrestre (Berroneau, 2010).

Par ailleurs, ces animaux sont poïkilothermes car leurs températures internes dépendent de celle du milieu dans lequel ils vivent. Selon Frost (2022), le nombre d'espèces d'amphibiens dans le monde est estimé à environ 8446 dont 843 en Afrique Occidentale et 100 en Côte d'Ivoire. La classe des amphibiens comprend trois ordres selon la morphologie de leur corps : les Gymnophiones ou Apodes, les Urodèles ou Caudata et les Anoures (Wells, 2007).

Les Gymnophiones, plus connus sous les noms d'apodes ou de cécilies, ils forment un ordre d'amphibiens caractérisés par l'absence de membres et un corps allongé, annelé (Figure 1a). Cet ordre renferme 214 espèces regroupées en 33 genres et 10 familles (Frost, 2022). Souvent confondus avec de gros vers de terre, les céciliidés sont en réalité des amphibiens apodes, au corps tout en longueur et pratiquement dépourvus de queue. Les céciliidés sont des animaux fouisseurs, tant sur la terre ferme qu'au fond d'un plan d'eau. Leur tête fait office de truelle pour creuser ou fouiller dans la vase à la recherche de nourriture. À cet effet, l'ossature du squelette est puissante et la peau fortement adhérente de façon à éviter son déchirement lorsque l'animal creuse la terre. La locomotion se fait par une ondulation du corps, les muscles animant celui-ci par ondes successives à partir de la tête. En prenant appui sur le sol ou dans l'eau, chaque boucle ainsi formée commande le mouvement vers l'avant (Lecointre & Le Guyader, 2006). La peau est lisse, ses couches externes étant éventuellement durcies par la présence de kératine. La couche profonde contient un grand nombre de muqueuses, ainsi que des glandes vénéneuses qui peuvent se révéler particulièrement nocives pour les prédateurs, mais aussi pour l'homme. Les céciliidés se rencontrent principalement en Amérique (centrale et Sud), en Afrique (centrale, Ouest et Est) et en Asie (Sud et Sud-Est). Ils sont absents de l'Australie, de Madagascar et des Antilles. De nos jours, ces animaux sont répandus dans

.....

toutes les régions tropicales. Ils sont difficiles à observer, car ils sortent rarement de leur galerie. Ce sont des animaux terrestres qui vivent dans l'humus, la boue des marécages en forêt tropicale, voire en eau libre (Channing & Rödel, 2019).

Quant aux Urodèles (Salamandres et tritons), ils ont un corps plus allongé avec une queue et des pattes antérieures et postérieures, ayant presque la même taille (Figure 1b). Cet ordre qui comprend 772 espèces réparties en 68 genres et 9 familles est plus diversifié que celui des Gymnophiones (Frost, 2022). Les Urodèles se retrouvent sur plusieurs continents comme l'Amérique (Amérique du Nord, Amérique du Sud, Amérique centrale), en Europe, en Asie et en Afrique mais absents en Afrique sub-saharienne. Certaines espèces sont entièrement aquatiques et d'autres exclusivement terrestres, mais il existe d'autres espèces qui partagent leur temps entre l'eau et la terre ferme. Certaines espèces d'urodèles sont vivipares, et donnent naissance à des petits complètement formés, mais en moindre quantité. D'autres sont ovipares, et pondent des œufs dans l'eau peu profonde où ils vont éclore en larves aquatiques appelées têtard. Les petits portent alors des branchies externes, qu'ils perdent une fois qu'ils se métamorphosent en adultes et sortent de l'eau. Plusieurs espèces ont des glandes qui vont sécréter un liquide toxique, irritant, ou au goût très amer, pour décourager les prédateurs de les attaquer (Amphibiaweb, 2022 ; Isabela *et al.*, 2013).

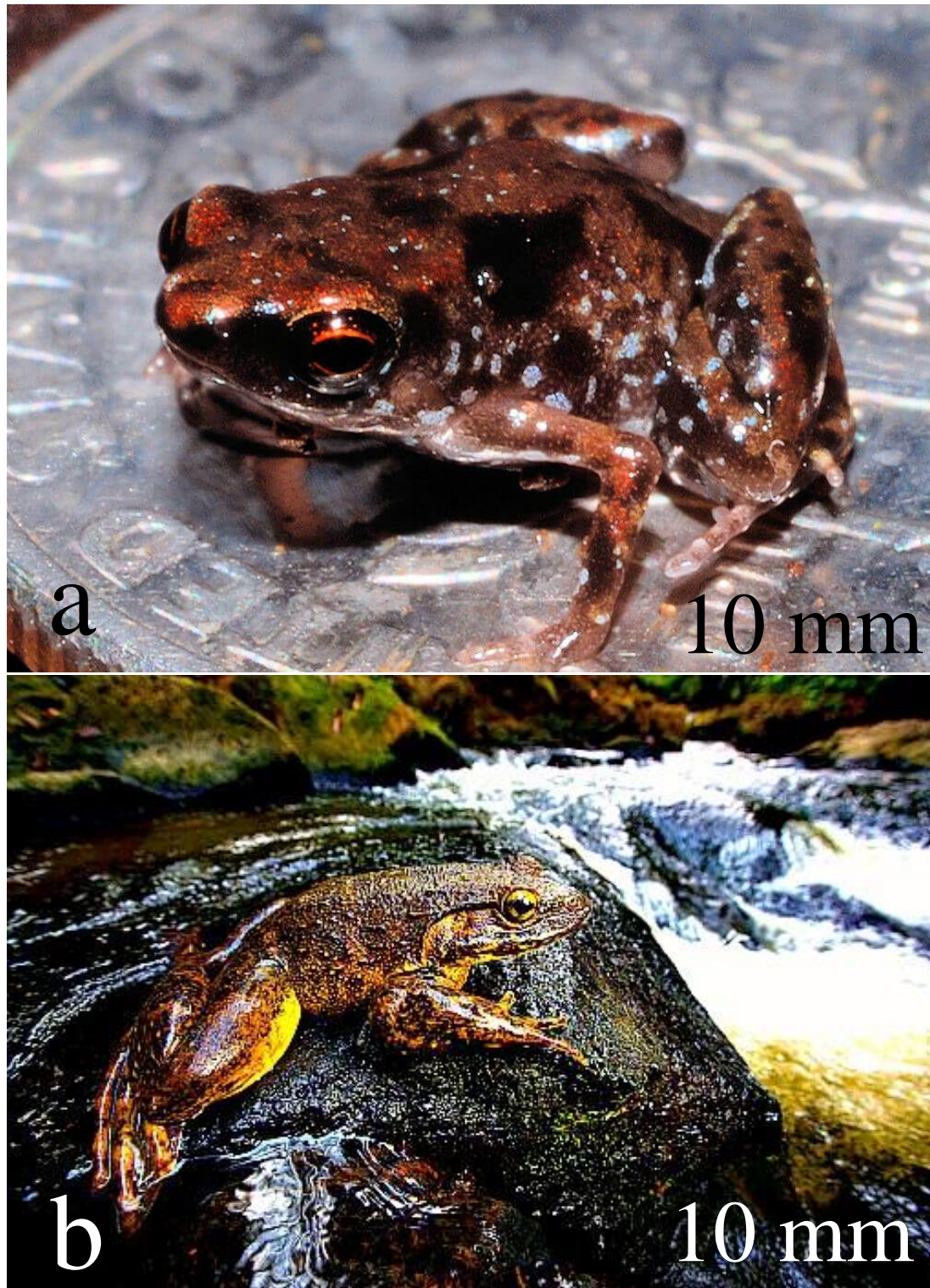
Concernant les Anoures (grenouilles, crapauds et rainettes), ils sont spécialisés en saut avec des pattes postérieures bien développées. Ils sont sans queue et ils ont une large tête et un corps court (Figure 1c). Ces animaux sont les vertébrés les plus diversifiés, après les poissons (28 000 espèces) et les oiseaux (9700 espèces) dans le monde (Mohneke *et al.*, 2011 ; Lecointre & Le Guyader, 2006). Du point de vue taxonomique, l'ordre des Anoures renferme 7460 espèces réparties en 458 genres et 52 familles (Frost, 2022). Seuls les anoures sont concernés par cette étude. Leur taille varie entre 7,7 mm pour la plus petite espèce *Paedophryne amauensis* (Figure 2a) en Papouasie-nouvelle-Guinée et 300 mm pour *Conraua goliath* (Figure 2b) du Cameroun, en Afrique Centrale (Rittmeyer *et al.*, 2012)). La description spécifique des Anoures est faite en suivant la classification systématique de ce groupe d'amphibiens préalablement établie pour l'Afrique de l'Ouest par des auteurs comme Lamotte & Xavier (1981), Rödel (2000). Plusieurs caractères morphologiques sont utilisés pour distinguer les espèces d'Anoures, mais les plus spécifiques sont la forme de la tête, les membres, la structure de la peau et la coloration générale du corps (Lamotte & Xavier, 1981).





**Figure 1** : Espèces d'Amphibiens appartenant à l'ordre des Gymnophiones (a), des Urodèles (b) et des Anoures (c).

A : *Geotrypetes seraphini*, photo de Rödel M.- O, b : *Salamandra salamandra*, photo de Jan R., c : *Hoplobatrachus occipitalis*, photo de Kouamé N. G.

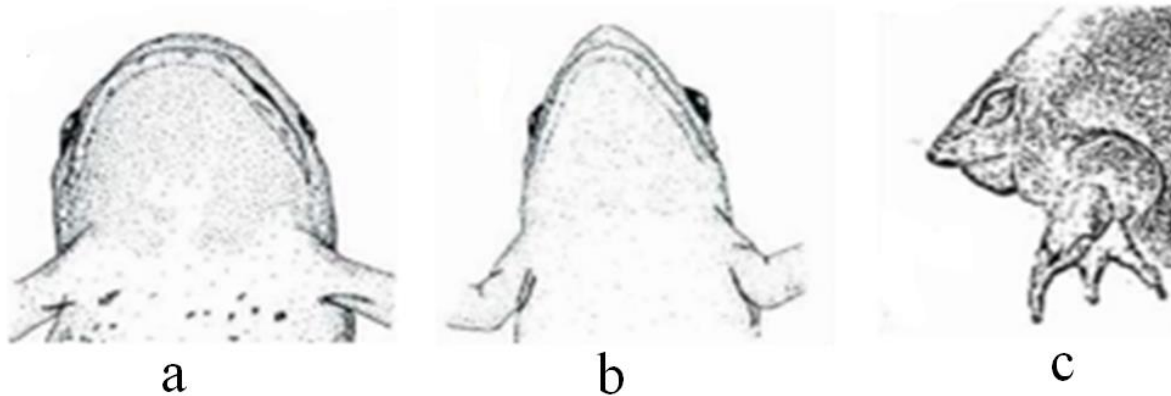


**Figure 2** : Espèces d'amphibiens anoures de petite taille (a) et grande taille (b).

A : *Paedophryne amauensis* (7,7 mm) (Rittmeyer *et al.*, 2012), b : *Conraua goliath* (300 mm) (Boulenger, 1906).

**I-1-1- Forme de la tête des amphibiens anoures**

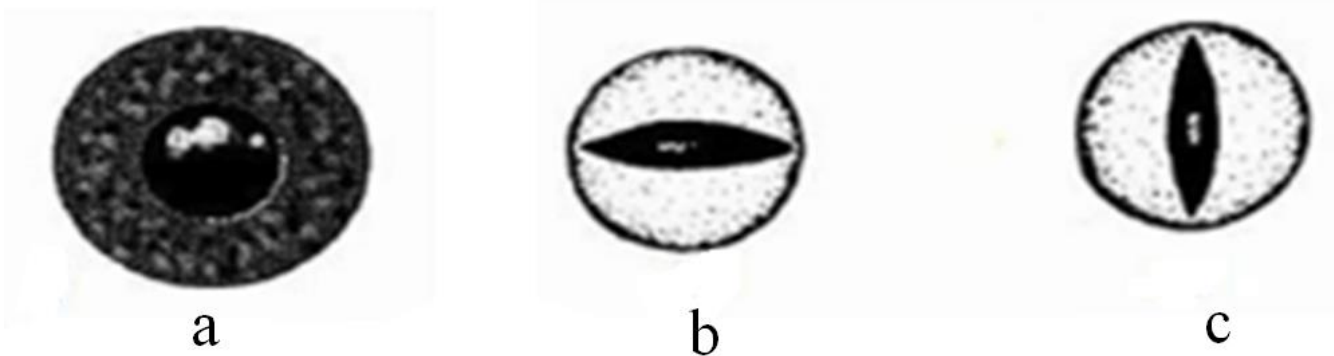
La tête des amphibiens anoures présente différentes formes selon l'espèce. Elle peut être large, cas de *Sclerophrys regularis* (Figures 3a), arrondie, cas de *Ptychadena oxyrhynchus* (Figures 3b) ou pointue, cas de *Hemisus marmoratus* (Figures 3c). Dans la bouche, la langue et les dents sont très caractéristiques, permettant de classer les anoures en deux groupes selon Wells (2007) : les phrynaglosses (langue totalement atrophiée, cas du *Xenopus fischbergi*) et les phanéroglosses (langue bien développée, cas de *Sclerophrys regularis* et de *Hoplobatrachus occipitalis*). En effet, chez les Phanéroglosses, la langue est constituée d'un organe charnu plus ou moins adhérent au plancher buccal, le plus souvent fixé seulement par sa partie antérieure et est susceptible de capturer des proies. Ces langues varient de la forme ovale tronquée à la forme arrondie. Les dents de la mâchoire inférieure sont absentes alors que la mâchoire supérieure est constituée de structures osseuses (os maxillaires) et une rangée de petites dents appelées dents vomériennes. Ce sont par exemples, les Dicroglossidae, Hemisotidae, Phrynobatrachidae, Ptychadenidae, Pyxicephalidae et Ranidae (Lamotte & Xavier, 1981).



**Figure 3 :** Forme des museaux chez les amphibiens anoures.

a : museau arrondi, b : museau peu pointu, c : museau pointu.

Par ailleurs, chez les amphibiens anoures, la position des yeux et la forme des pupilles sont déterminantes dans leur description (Figure 4). Toutefois, c'est la forme de la pupille qui demeure le meilleur caractère : elle peut être arrondie (Figure 4a), horizontale ou verticale : la pupille est horizontale chez les *Hyperolius* (Figure 4b) et verticale chez les *Africalus* (Figure 4c).



**Figure 4** : Forme des pupilles chez les amphibiens anoures.

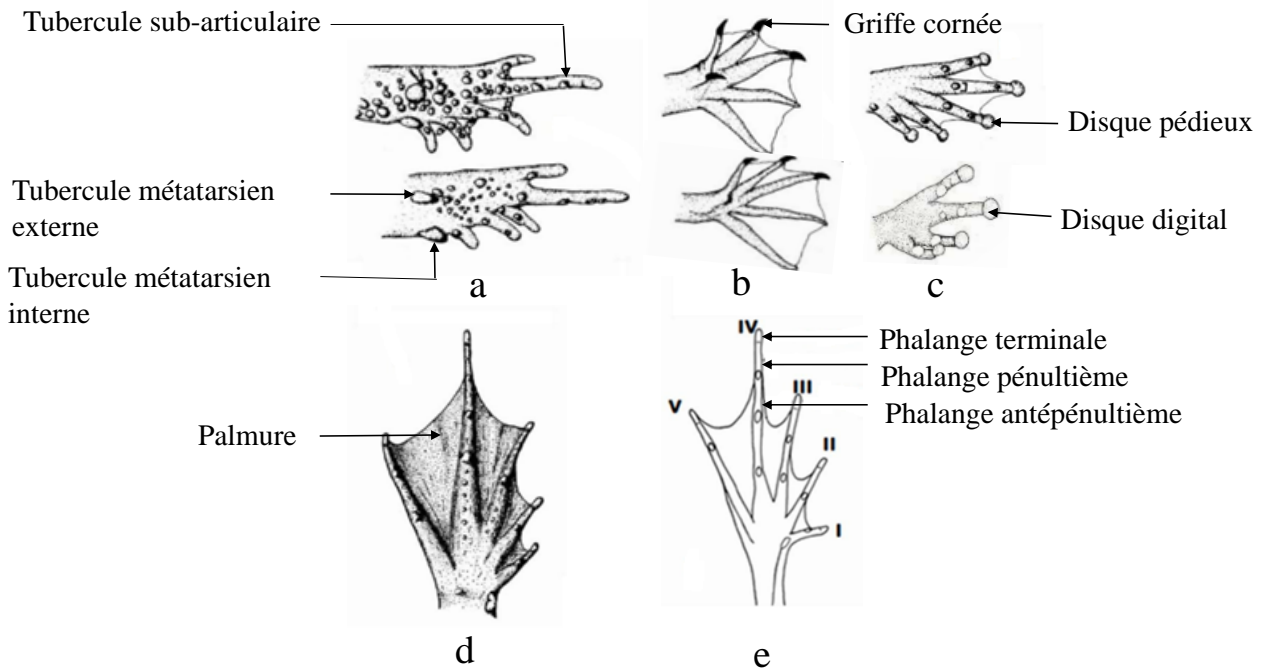
a : pupille ronde, b : pupille horizontale, c : pupille verticale.

#### **I-1-2- Membres des amphibiens anoures : pattes antérieures et postérieures**

Chez les anoures, les pattes sont minces ou grosses. De même elles sont de courtes ou de longues taille. Ainsi, selon Lamotte & Xavier (1981), la forme des pattes est un caractère important pour l'identification des espèces. Les pieds des anoures portent 5 orteils et les mains portent 4 doigts. Aussi la palmure entre les doigts et les orteils, la forme de leurs extrémités, la présence ou l'absence de disques adhésifs et de structures cornées transformées en griffes, sont-elles également utilisées. A ce niveau, la formule palmaire des orteils des espèces du genre *Ptychadena* est prise en compte dans leur description car ce genre constitue un groupe d'amphibiens assez complexe en Afrique de l'Ouest (Lamotte, 1967). Cette formule palmaire est déterminée en regardant le niveau de palmure entre les cinq orteils du pied et le nombre de phalanges libres sur chaque doigt (phalanges non atteintes par la palmure) (Figure 5e) (Lamotte & Ohler, 1997).

Les membres des anoures ont une fonction de locomotion. Ils leur permettent de capturer leurs proies ou de fuir leurs prédateurs. La structure des membres des anoures diffère fortement d'une espèce à une autre et d'une famille à une autre. Elle dépend de l'environnement dans lequel l'espèce évolue comme sur le sol, dans l'eau, dans les arbres ou dans des terriers. Chez les Bufonidae et particulièrement chez les espèces des genres *Sclerophrys*, les membres sont plus courts avec des tubercules palmaires, surnuméraires sur les doigts et orteils (Figure 5a). Les membres des espèces fouisseurs comme *Hemisus marmoratus* et des espèces du genre *Pyxicephalus* et *Tomopterna*, sont courts et robustes avec

la présence de tubercules tarsiens et métatarsien bien développés. Chez les espèces purement aquatiques (espèces du genre *Xenopus*), les pattes postérieures sont bien développées, palmées avec des griffes noires (structures cornées) à l'extrémité de trois ou quatre de leurs orteils (Figure 5b). Les espèces appartenants aux familles des Hyperoliidae et des Phrynobatrachidae ont leurs membres minces, avec des palmures réduites et des disques adhésifs à l'extrémité des orteils et doigts (Figure 5c). Ces caractéristiques leur donnent l'aptitude de grimper sur les arbres, les herbes et d'échapper aux intempéries (la pluie et le vent). Les membres des Dicroglossidae (*Hoplobatrachus occipitalis*), Ptychadenidae (genre *Ptychadena*) et Ranidae (genre *Amnirana*) sont plus allongés, plus ou moins gros, palmés et adaptés au saut et à la nage (Lamotte, 1986) (Figure 5d).



**Figure 5** : Forme des pattes des amphibiens anoures.

a : pattes des Bufonidae, b : pattes postérieures du genre *Xenopus* (Pipidae), c : pattes des Hyperoliidae, d : pattes postérieures du genre *Ptychadena* (Ptychadenidae). Source : Rödel *et al.* (2000). (e) : exemple de formule palmaire de *Ptychadena bibroni* : I (1+1/2) - (2) II (1+1/2) - (2+2/3) III (1+1/2) - (2+2/3) IV (2+1/2) - (1) V.

### I-1-3- Structure de la peau

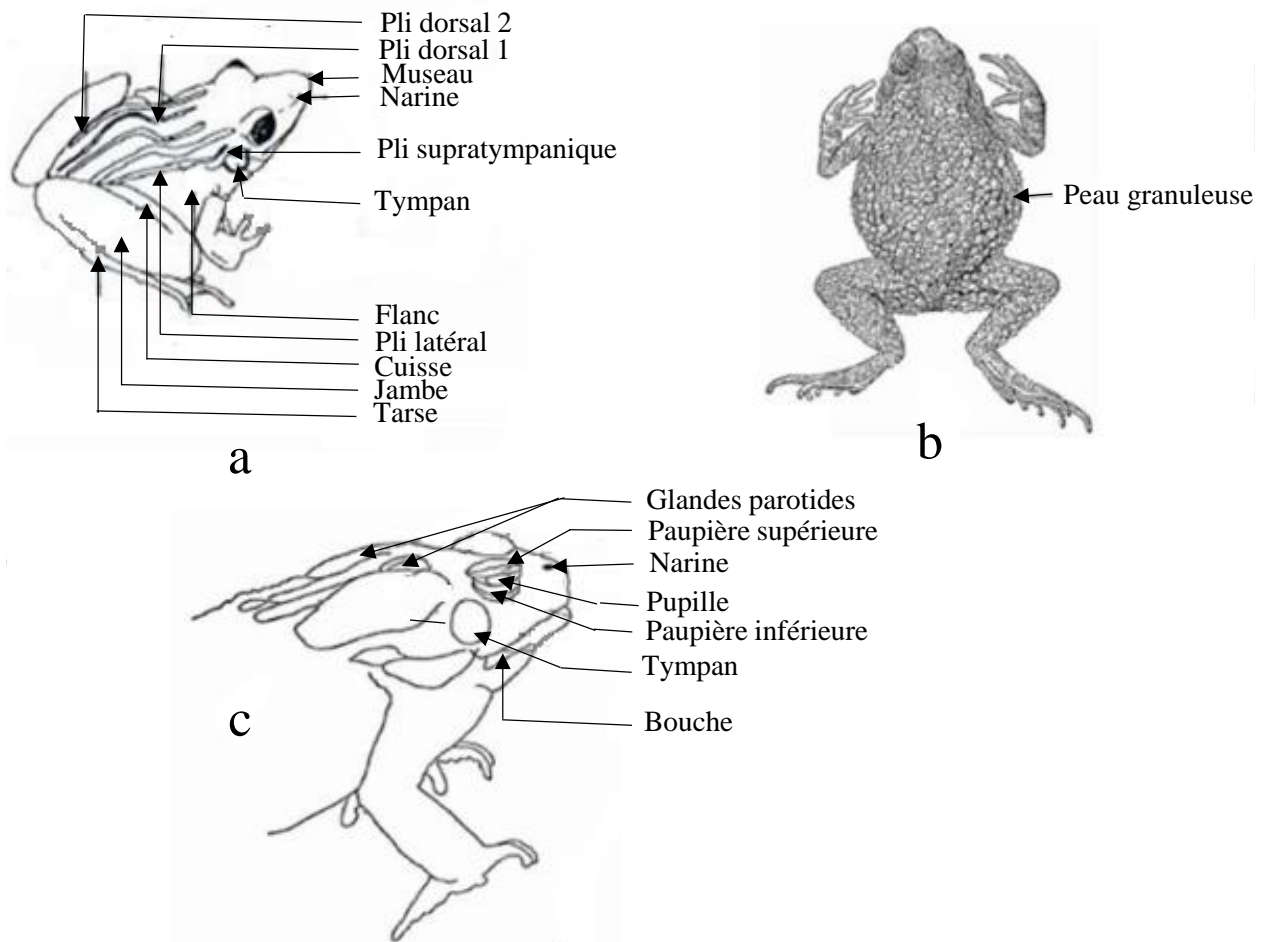
La peau des anoures peut être luisante, verruqueuse ou lisse. Ces types de peau dépendent de la disposition des glandes épidermiques qui peuvent être isolées ou groupées en amas plus ou moins volumineuse (Lamotte & Xavier, 1981 ; Lamotte, 1986). En effet, deux types de glandes tégumentaires y sont observés : les glandes muqueuses et les glandes granuleuses. Les glandes muqueuses sécrètent un mucus fluide et transparent qui maintient l'humidité de la peau. C'est surtout les espèces des genres *Hoplobatrachus*, *Leptopelis*, *Afrixalus*, *Hyperolius*, *Phrynomantis*, *Ptychadena*, *Pyxicephalus* et *Amnirana* qui présentent en général ces types de peau (peaux humides, molles, glissantes ou lisses). De plus, sur la peau de certaines espèces appartenant à ces genres, des plis cutanés ou raillures y sont observés (Figure 6a). Leur nombre et leur disposition sur la peau sont caractéristiques pour ces espèces. Ces peaux sont surtout observées chez les genres *Ptychadena* (Figure 6a) et *Amnirana* (Rödel, 2000 ; Rödel *et al.*, 2002). En outre, des glandes granuleuses libérant un liquide onctueux et laiteux toxique sont caractéristiques de certaines espèces (Lamotte & Xavier, 1981). Ces types de peau sont rugueuses avec des granules plus ou moins gros selon l'espèce (Figure 6b). C'est le cas des glandes parotides (Figure 6c) et cutanées de certains Bufonidae comme celles du *Sclerophrys regularis* qui sécrètent de la bufotoxine (Stebbins & Cohen, 1995).

### I-1-4- Coloration générale du corps des amphibiens anoures

La peau des anoures montre plusieurs types de couleurs selon les espèces, les genres et les familles. Selon la description des anoures, il est indiqué que toutes les espèces n'avaient pas la même couleur (Rödel, 2000 ; Assemian, 2009). Ainsi, chez l'espèce *Arthroleptis cf. poecilnotus*, les couleurs dominantes sont beige clair, clair ou orange cuivré. Chez l'espèce *Leptopelis viridis*, les colorations de base sont de brune à grisâtre. Chez les Bufonidae, la coloration est variable : jaunâtre ou blanchâtre chez *Sclerophrys maculata* ; olive dorée chez *Sclerophrys togoensis* et olive sombre ou gris sombre chez *Sclerophrys regularis*. Chez *Hoplobatrachus occipitalis* et *Xenopus tropicalis*, le vert olive, le jaune vert ou le brun avec quelques tâches grises ou noirâtres sur le dos sont les couleurs dominantes. Chez *Hemisus marmoratus*, c'est un mélange de jaune et de gris qui est généralement observé sur le dos, le museau étant beige olive ou sombre. Chez les trois espèces d'*Afrixalus* (*vittiger*, *fulvovittatus*

et *dorsalis*), les colorations varient de jaunâtre à brune. La couleur brune peut être plus sombre ou noire dans la journée chez ces espèces.

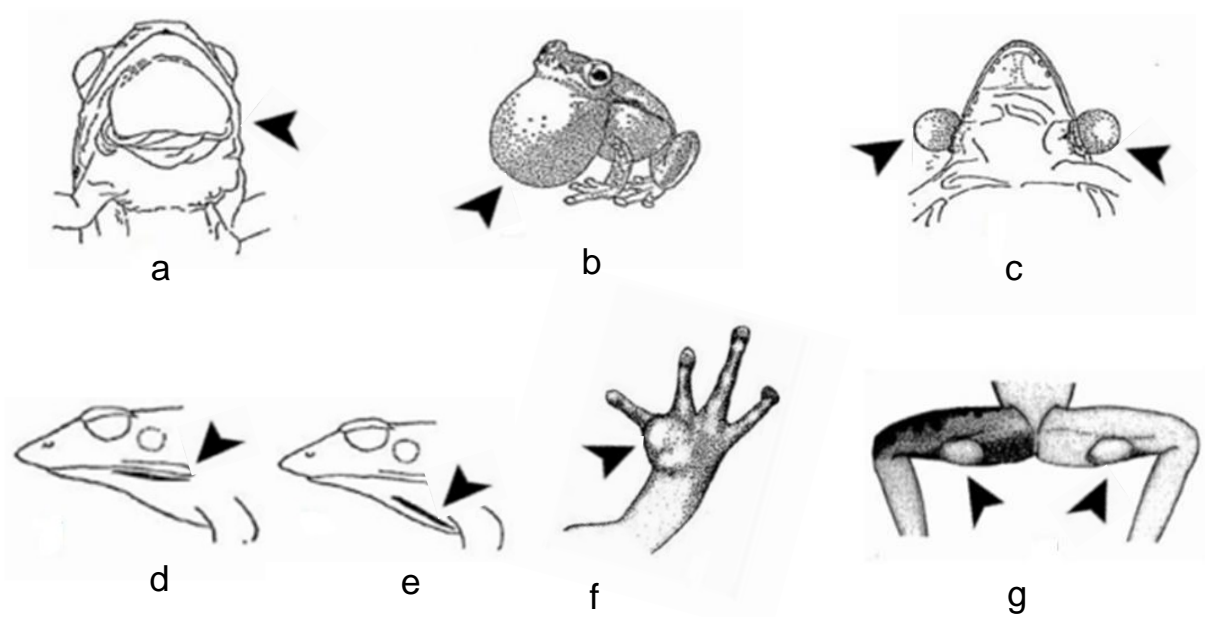
Pour *Hyperolius concolor* et *Hyperolius nitidulus*, ce sont les couleurs grise, brune jaunâtre, beige ou brune claire qui sont dominantes. En ce qui concerne les *Kassina*, les couleurs jaunâtre, jaune claire ou verdâtre subdivisées par des bandes longitudinales ou des taches noires sont observées sur le dos de *K. cochrae* et *K. senegalensis*. Les *Phrynobatrachus* présentent du gris clair, du brun sombre à brun noir comme coloration dominante. Chez les espèces de *Ptychadena* et d'*Amirana*, la coloration de base est du gris, du brun sombre ou du beige pour *P. bibroni*, *P. pumilio*, *P. mascareniensis*, *P. oxyrhynchus* et du noirâtre chez *P. tounieri*.



**Figure 6** : Structure générale de la peau de quelques amphibiens anoures  
a : peau avec des plis cutanés, b : peau rugueuse, c : glandes parotides sur la tête.

**I-1-5- Dimorphisme sexuel chez les amphibiens anoures**

Le dimorphisme sexuel est pris en compte dans la reconnaissance des anoures. Chez la plupart des espèces, les femelles sont de grande taille, tandis que les mâles sont relativement petits. De même, les caractères sexuels secondaires peuvent être utilisés pour distinguer les mâles des femelles. Les mâles possèdent des sacs vocaux caractéristiques. Au repos, ils peuvent être uniques et flattes sous la gorge chez les Bufonidae ou uniques et saillants chez les Hyperoliidae en activité (Figures 7a et 7b). Ils peuvent aussi être doubles et latéraux (Figure 7c). Dans ce cas, la fente du sac vocal peut avoir une position supère (Figure 7d) ou une position infère (Figure 7e) observées chez les Ptychadenidae. Aux sacs vocaux chez certains mâles anoures s'ajoutent les callosités nuptiales se présentant sous forme colorée sur les doigts et qui leur servent à s'agripper aux femelles pendant l'amplexus. Sur le bras ou les cuisses d'autres mâles, apparaissent des glandes supra-métacarpiennes et des glandes fémorales (Figures 7f et 7g).



**Figure 7 :** Caractères sexuels secondaires chez les amphibiens anoures mâles.

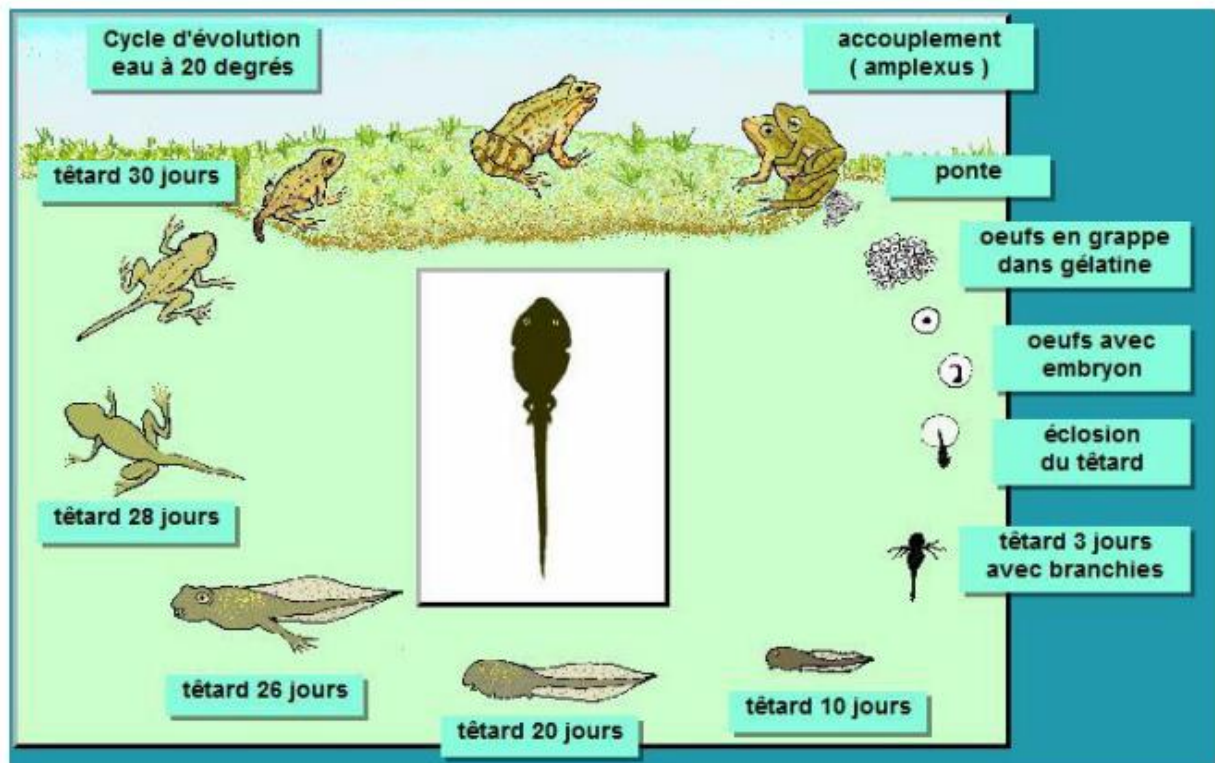
a : sac vocal unique et médian au repos, b : sac vocal unique et médian gonfle, c : sacs vocaux doubles et latéraux, d : sacs vocaux doubles et latéraux avec ouverture en position supère, e : sacs vocaux doubles et latéraux avec ouverture en position infère, f : glande supramétacarpienne, g : glande fémorale.



### I-1-6- Reproduction des amphibiens anoures

La durée de la métamorphose chez les anoures varie selon l'espèce, la région et les facteurs environnementaux de la zone. Elle varie de 9 à 12 jours pour les Bufonidae au Sénégal et est en moyenne de 2 mois pour quelques Hyperoliidae en Côte d'Ivoire (Lampert, 2001). Ils sont bisexués et leur reproduction se fait par la rencontre d'un mâle et d'une femelle. Cette rencontre est facilitée par les premiers coassements des mâles. Ces manifestations sonores exercent un pouvoir de séduction sur les femelles et précèdent l'accouplement qui a toujours lieu dans l'eau ou près de l'eau. De façon pratique, le mâle se positionne sur le dos de la femelle dans un amplexus (l'accouplement chez les amphibiens), pendant lequel les œufs et le sperme sont émis en même temps et aboutissent à une fécondation externe. Les œufs, fécondés par le mâle à la sortie de l'oviducte, sont souvent déposés dans l'eau (Figure 8). Chez les espèces ovipares, les œufs fécondés peuvent tomber au fond de l'eau en amas ou en cordon ou flotter à la surface de l'eau ou fixer à un végétal ou support aquatique. D'autres anoures par contre, ont un développement direct qui se déroule en dehors du milieu aquatique. C'est le cas du genre *Arthroleptis*, dont les femelles déposent leurs embryons (presqu'identiques aux adultes) dans des cavités qu'ils creusent dans le sol.

Cependant, certains amphibiens anoures ont une fécondation interne et sont vivipares. En effet, ces femelles donnent naissance à des juvéniles qui ont déjà accompli leur développement dans l'œuf avant leur naissance. C'est le cas de *Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943). Cette espèce est le seul crapaud vivipare connu à ce jour sur le globe terrestre. Ce crapaud vivipare est emblématique et endémique au Mont Nimba. C'est un animal qui vit uniquement dans les montagnes de cette réserve, entre 1200 et 1700 mètres d'altitude, en Afrique de l'Ouest (Sandberger *et al.*, 2010). Ses œufs se développent dans l'appareil reproducteur de la femelle pendant 9 mois avant la libération des jeunes.



**Figure 8** : Exemple d'un schéma du cycle de développement de l'œuf à un imago métamorphosé chez les anoures à développement aquatique.

Source : [www.aquariu.free/cycle-batraciens/têtard-grenouille](http://www.aquariu.free/cycle-batraciens/têtard-grenouille).

### I-1-7- Ecologie des amphibiens anoures

La distribution spatio-temporelle et le comportement des amphibiens sont fortement influencés par la disponibilité de l'eau. Ces animaux sont aquatiques, terrestres, fousseurs ou arboricoles (Schjøtz, 1999 ; Kam & Chen, 2000). Ils sont présents dans presque tous les habitats terrestres et les eaux douces (Wu & Kam, 2005). Ces organismes occupent les habitats allant des savanes aux forêts primaires humides, jusqu'aux régions de hautes altitudes (Leache *et al.*, 2006 ; Kouame *et al.*, 2007 ; Gardner *et al.*, 2007a). Les amphibiens Anoures ne vivent pas dans les milieux salés. Cependant, certains s'accommodent aux eaux saumâtres (Lecointre & Le Guyader, 2006).

Les amphibiens Anoures sont en général d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'environnement (Channing, 2001 ; Guerry & Hunter, 2002). En effet, la plupart des espèces sont strictement dépendantes de leurs habitats ou micro-habitats. La respiration cutanée et leur

.....  
peau nue les rendent très sensibles aux variations des conditions physiques et chimiques du milieu.

### **I-1-8- Régime alimentaire des amphibiens anoures**

Les anoures sont des prédateurs et leur régime alimentaire est varié. Ils interviennent dans divers niveaux trophiques (Hopkins, 2007). Les anoures se nourrissent majoritairement de mollusques et d'Arthropodes terrestres et aquatiques, notamment les insectes (Schiøtz, 1999). La plupart des têtards sont consommateurs de la production primaire des eaux douces (Whiles *et al.*, 2006). Les têtards consomment également du plancton et des débris végétaux (quelques fragments de plantes) et les adultes se nourrissent de petits poissons, oiseaux, reptiles et mammifères (Channing *et al.*, 2012 ; Tohé *et al.*, 2015 ; Konan *et al.*, 2016). Par ailleurs, certains amphibiens sont cannibales. En effet, les têtards et les adultes de *Hoplobatrachus occipitalis* consomment leurs congénères (Tohé, 2009 ; Mohneke, 2011 ; Hirschfeld & Rödel, 2011). De même, *Ptychadena mascareniensis* consomme d'autres amphibiens comme *Phrynobatrachus latifrons* et des jeunes *Ptychadena* (Tohé *et al.*, 2015).

### **I-1-9- Importance des amphibiens anoures**

Les amphibiens anoures sont une composante essentielle des communautés aquatiques et terrestres et occupent diverses niches (Hopkins, 2007). Ils font partis des vertébrés les plus abondants des zones forestières et jouent ainsi un rôle écologique notable dans le bon fonctionnement de ces écosystèmes (Blaustein & Wake, 1995). En particulier, plusieurs réseaux trophiques (Bourgeois, 2008). Les têtards consomment de grandes quantités d'algues dans les milieux aquatiques, et donc participent activement à l'épuration des eaux et au transfert des nutriments vers les habitats terrestres (Mohneke & Rödel, 2009).

De plus, les amphibiens, peu importe l'étape de leur cycle de vie, servent de proies aux insectes aquatiques, poissons, reptiles, oiseaux et mammifères (Kopij, 2006 ; Leite *et al.*, 2007). La fragilité et la perméabilité du corps des amphibiens les rendent plus sensibles aux perturbations environnementales que les autres espèces de vertébrés (Rowe *et al.*, 2003). Par conséquent, ces caractéristiques permettent de les considérer comme des indicateurs de la santé de leurs habitats (Bourgeois, 2008 ; Mohneke *et al.*, 2010). De plus, plusieurs études en toxicologie environnementale les utilisent pour des tests en laboratoire (Horne & Dunson, 1995 ; Hopkins, 2007 ; Mohneke & Rödel, 2009).

.....

Sur le plan alimentaire, économique et socio-culturel, les anoures sont beaucoup recherchés dans plusieurs régions du monde (Gonwouo & Rödel, 2008 ; Mohneke, 2011 ; Mohneke *et al.*, 2011). En outre, localement, plusieurs espèces d'amphibiens anoures sont consommées et vendues en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso, au Bénin et au Nigéria (Mohneke *et al.*, 2010, Kouamé *et al.*, 2015). Certaines espèces sont exportées dans le cadre du commerce international des animaux de compagnie. Par exemple 2,4 millions de grenouilles naines africaines *Hymenochirus* spp. ont été officiellement exportées aux Etats-Unis entre 1998 et 2002 (Mallon *et al.*, 2015). Dans le même contexte, en République Démocratique du Congo, 49 espèces d'amphibiens ont été identifiées comme importantes pour plusieurs usages locaux dont 92 % des 49 espèces étaient destinées au commerce des animaux de compagnie (Carr *et al.*, 2013).

#### **I-1-10- Etat des connaissances des Amphibiens de la Côte d'Ivoire**

En Côte d'Ivoire, la classe des Amphibiens comprend deux ordres : les Gymnophiones ou Apodes et les Anoures (Frost, 2022). L'ordre des Gymnophiones comprend une seule espèce (*Geotrypetes seraphini*) et celui des Anoures comprend 100 espèces réparties en 27 genres et 14 familles (Duméril, 1859). Ainsi, Ce pays qui compte à ce jour 100 espèces d'amphibiens reste le plus diversifié en Afrique de l'Ouest après le Nigeria avec 119 espèces d'Amphibiens (Frost, 2022).

Les conditions climatiques, le relief, l'hydrographie et la végétation sont des atouts naturels dont bénéficie la Côte d'Ivoire. Ceux-ci créent des conditions favorables au développement de la faune en général et de la faune batrachologique en particulier. En effet, les travaux effectués par certains chercheurs dans les aires protégées de la Côte d'Ivoire ont montré que leur diversité spécifique varie considérablement d'une aire à une autre. Ainsi, Rödel *et al.* (2004) et Rödel & Ernst (2004) ont montré respectivement que la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (57 espèces) et le Parc National de Taï (56 espèces) sont les plus diversifiés. A l'opposé, le Parc National du Banco renferme la plus faible richesse spécifique (28 espèces) selon les travaux réalisés par Assemian (2009). Toutefois, les autres Parcs Nationaux (PN) ont des richesses spécifiques comprises entre 30 et 50 espèces. Il s'agit du PN du Mont Sangbé (45 espèces) (Rödel, 2003), PN de la Comoé (34 espèces) (Rödel, 2000), PN du Mont Péko (33 espèces) (Rödel & Ernst, 2003) et PN de la Marahoué (32 espèces) (Rödel & Ernst, 2003). Quant à la diversité spécifique des amphibiens des réserves,

.....  
elle varie de 30 à 40 espèces. En particulier, la Réserve de Lamto (39 espèces) (Lamotte, 1967), les Forêts classées de la Haute Dodo (39 espèces) (Rödel & Branch, 2002) et le Cavally (39 espèces) (Rödel & Branch, 2002).

Hormis les aires protégées, Kouamé *et al.* (2015) ont échantillonné 30 espèces d'anoures dans les zones non-urbaine et urbaine de Daloa.

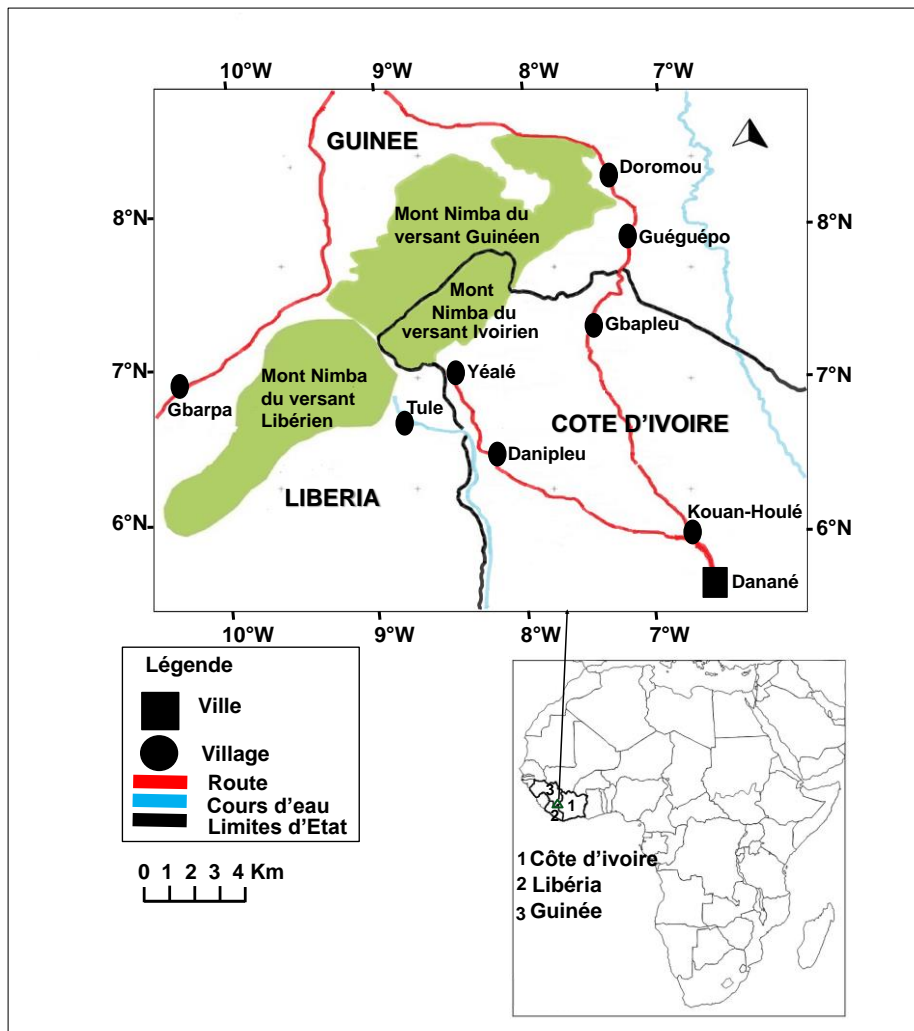
## **I-2- Présentation de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

### **I-2-1- Situation géographique et historique de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

Le Massif du Mont Nimba est situé au sud-est de la Dorsale guinéenne, chaîne de reliefs s'étendant jusqu'au Fouta-Djalon en Guinée. La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba est une réserve naturelle comprise entre 7°25' et 7°45' de latitude nord et entre 8°20' et 8°35' de longitude ouest (Lamotte *et al.*, 2003). Elle est située aux confins de trois pays de la Haute-Guinée, il s'agit de la Guinée, le Libéria et la Côte d'Ivoire (Figure 9). Couvrant une superficie totale de 17540 ha, dont 12540 ha en Guinée et 5000 ha en Côte d'Ivoire, la partie du massif située sur le territoire Libérien est fortement dégradée du fait d'anciennes activités minières. La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba de la partie ivoirienne est située dans la région du Tonkpli (Danané), à l'ouest de la Côte d'Ivoire (Lamotte *et al.*, 2003).

En 1909 ces montagnes furent pour la première fois décrites par le botaniste Auguste Chevalier puis à partir de 1930, des études se sont multipliées par d'autres botanistes. Ainsi, en 1942, le Professeur Théodore Monod, directeur de l'Institut Fondamentale d'Afrique Noire (IFAN) a opté pour une véritable exploration scientifique. Ce qui a permis la construction de la Station Scientifique de Ziéla (Guinée) en 1946 sous la direction de Jean-Luc Tournier. Ce site a facilité les missions de recherche qui se sont poursuivies jusqu'en 1963, aboutissant ainsi à l'édition de quatre volumes des mémoires de l'IFAN (IFAN, 1952 ; IFAN, 1954 ; IFAN, 1958 ; IFAN, 1963). D'autres travaux se sont ensuite succédés de 1971 à 1987 (Adams, 1971a, 1971b, 1975a, 1975b, 1981, 1983 et Schnell, 1987). Poilecot (1996) a consacré une mission d'inventaire floristique spécifiquement sur le territoire ivoirien de la réserve ; Lamotte *et al.*, (2003) et Lauginie (2007) ont dirigé des travaux complémentaires ainsi qu'une synthèse des travaux consacrés à ce massif.

En 1943, 19500 hectares de ce massif deviennent forêt classée sur proposition de Theodore Monod par arrêté n°4190 S.E. du 13 décembre 1943. L'année suivante, le statut est modifié pour devenir la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (RNIMN) inscrite au Patrimoine mondial de l'UNESCO en 1981 (en Guinée) et 1982 (en Côte d'Ivoire), la RNIMN figure depuis 1992 au patrimoine mondial en péril en raison de menaces liées au projet d'exploitation minière en cours notamment dans la partie guinéenne où une enclave d'exploitation du minerai de fer a été créé. En Côte d'Ivoire, le statut de la réserve a été renforcé par la loi 2002-102 du 11 février 2002 qui lui confère la qualité de domaine public inaliénable de l'Etat. Ainsi, toute exploitation ou activité humaine y est proscrite (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).



**Figure 9** : Localisation de la chaîne de montagne du Mont Nimba.

Source : OIPR modifiée par Kanga *et al.*, 2021

### **I-2-2- Géologie**

La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba est un massif précambrien de schiste vert métamorphique sur un socle plus ancien de roches cristallisées. La plaine de piedmont est principalement constituée de granites calco-alkalins avec quelques migmatites ou encore des gneiss aux abords des pentes. Les hauts reliefs, du centre du massif sont composés de quartzites à minerai de fer très durs appelés itabirites dont leur banc affleure sur les crêtes (Lamotte *et al.*, 2003).

Son altération a provoqué l'altération de leurs lits de quartz au profit des lits d'oxydes de fer conduisant avec le temps, depuis le Birrimien, à la formation de vastes poches de minerais de fer d'une teneur supérieure à 60 % (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007). Cette grande pureté du minerai de fer excite particulièrement la convoitise des grandes sociétés minières. L'accumulation d'alluvions cimentés par les solutions ferrugineuses a formé des cuirasses dans tout le piedmont (Lamotte *et al.*, 2003). Entre les deux, des formes plus émoussées, replats, balcons, tranchent avec les pentes abruptes. On y trouve aussi quelques cuirasses correspondant à un encroûtement superficiel avec de très faible déplacement de débris (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

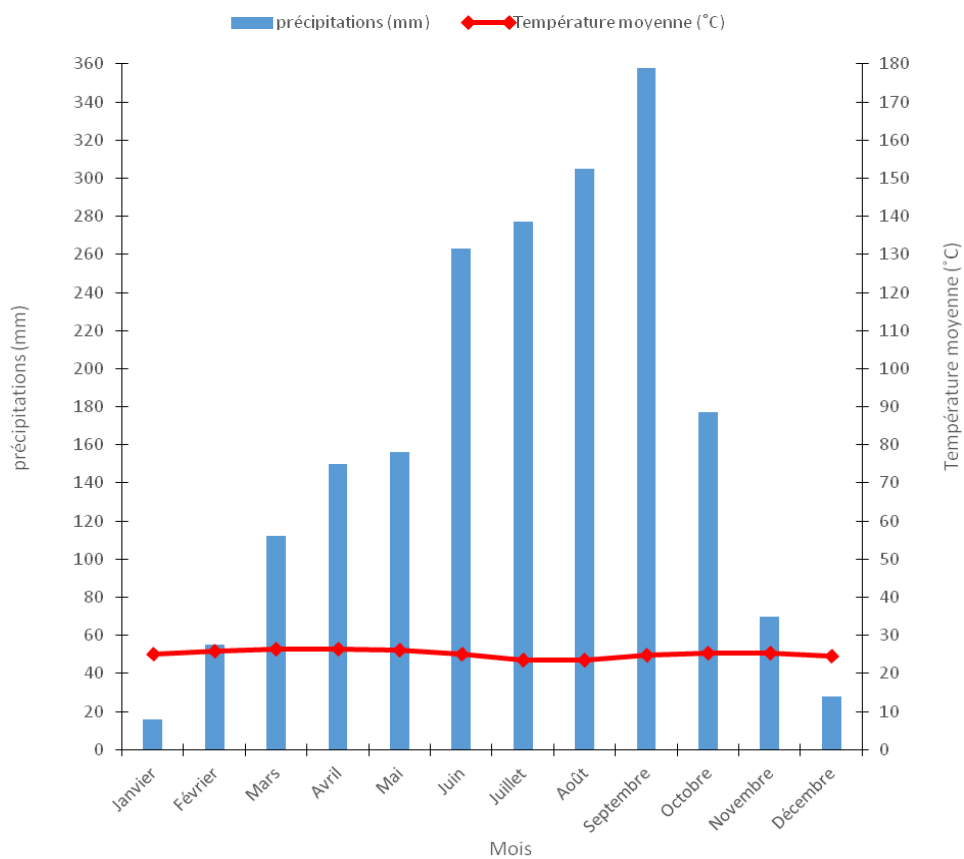
### **I-2-3- Climat**

La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba est soumise à un climat de type sub-équatorial (Lamotte *et al.*, 2003). La figure 10 présente le diagramme ombrothermique de la région du Tonkpli (Danané). Deux vents dominants s'y alternent au cours de l'année. Ce sont l'harmattan, vent sec venant du nord ou du nord-est et la mousson, vent chargé d'humidité venant du sud-ouest. Leur influence détermine deux saisons, une saison pluvieuse et une saison sèche. La saison pluvieuse s'étend sur neuf mois (mars à novembre) et la saison sèche couvre trois mois (décembre à février) (Lamotte *et al.*, 2003).

La pluviométrie moyenne annuelle dans la zone d'étude varie entre 1700 et 2600 mm, avec un seul maximum net en septembre. Les régions supérieures se singularisent par des moyennes thermiques plus basses et par l'abondance des brouillards. Ces brouillards sont présents environ six mois (avril-septembre) par an, au-dessus de 1000 m. Ces particularités ont une forte influence sur l'écologie du milieu d'altitude (Lamotte *et al.*, 2003). A ce phénomène de confluence, vient s'ajouter l'influence de l'altitude. Celle-ci renforce le

.....

contraste entre les deux saisons par un accroissement des effets de l'harmattan en saison sèche et une augmentation de la pluviométrie en saison humide. Sur les crêtes, les prairies d'altitudes se trouvent soumises à deux climats fortement contrastés au cours de l'année. Frappées de plein fouet par l'harmattan, elles subissent un climat soudanien pur en saison sèche avant de retrouver un régime de type équatorial en saison des pluies (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007). Les moyennes annuelles des températures sont relativement constantes sur un même site, variant de 22 °C à 27 °C dans le piedmont et de 16 °C à 21 °C sur les sommets. En revanche, les écarts nyctéméraux sont importants, pouvant parfois dépasser 20 °C en saison sèche. Les températures sont les plus faibles en août et septembre, au plus fort de la saison pluvieuse, et elles atteignent leurs *maxima* en mars et avril (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).



**Figure 10** : Diagramme ombrothermique de 1989 à 2019 du département de Danané.

Source des données : <https://fr.climate-data.org>.



#### **I-2-4- Relief, sol et hydrographie**

La RNIMN a un relief très accidenté composé d'une longue chaîne de montagnes se dressant majestueusement sur une quarantaine de kilomètres de long et s'élevant jusqu'à 1200 m avec des versants très abruptes (Lamotte & al., 2003 ; Lauginie, 2007).

Cela résulte d'un plissement très ancien d'orientation sud-ouest/nord-est remontant au Birrimien. Les sommets les plus élevés sont situés en Guinée et seul le Mont Richard Molard, qui culmine à 1752 m, forme un pivot à la limite de la Côte d'Ivoire. (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

Situées au pied du massif à environ 500 m d'altitude et même parfois jusqu'à 900-1000 m, ce sont des formations herbeuses qui poussent généralement sur les zones de plateaux à cuirasses. Elles sont propices au tourisme de vision. Elles sont praticables quasiment tout le long de l'année en offrant des spectacles variés au gré des saisons. (Schnell, 1998, Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

Deux grandes catégories de sols peuvent être distinguées à la RNIMN :

- les sols meubles sous couvert forestier issus de granites sont de type ferrallitique. Dans le piedmont et en l'absence de cuirasse, ces sols passent progressivement à la roche sous-jacente. Ils sont en général profonds et peuvent avoir plusieurs mètres d'épaisseur sur les flancs des montagnes (Perraud, 1971 ; Lamotte *et al.*, 2003) ;

- les sols compacts, essentiellement constitués sur les cuirasses ferrugineuses des bas plateaux recouverts de savane. Ils se caractérisent par leur acidité élevée et leur richesse en matière organique (en raison d'une décomposition plus lente de la litière, du fait des conditions climatiques particulières s'exerçant en altitude). La carapace affleure souvent en position haute, privant la végétation de tout sol ; seul un tapis herbacé, plus ou moins continu, réussit à s'installer et à se maintenir sur un tel substrat (Lamotte *et al.*, 2003).

Par ailleurs, riche en ravins parcourus de torrents avec chutes et cascades, le massif du Nimba, d'où s'échappent plus de cinquante rivières et ruisseaux, mérite bien d'être considéré comme le château d'eau de la région. Ce massif donne, entre autres, naissance au fleuve Cavally et aux rivières Gouè et Nuon qui marquent les frontières, respectivement avec la Guinée et le Libéria. Tous ces cours d'eau, tout au moins dans leur cours supérieur, sont de

.....  
caractère torrentiel, la période des hautes eaux allant d'avril à octobre (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

### I-2-5- Végétation et flore

Le relief, les conditions édaphiques et climatiques particulières ont favorisé le développement de plusieurs formations végétales dans le massif du mont Nimba (Figure 11), (Poilecot, 2001 ; Lamotte *et al.*, 2003).

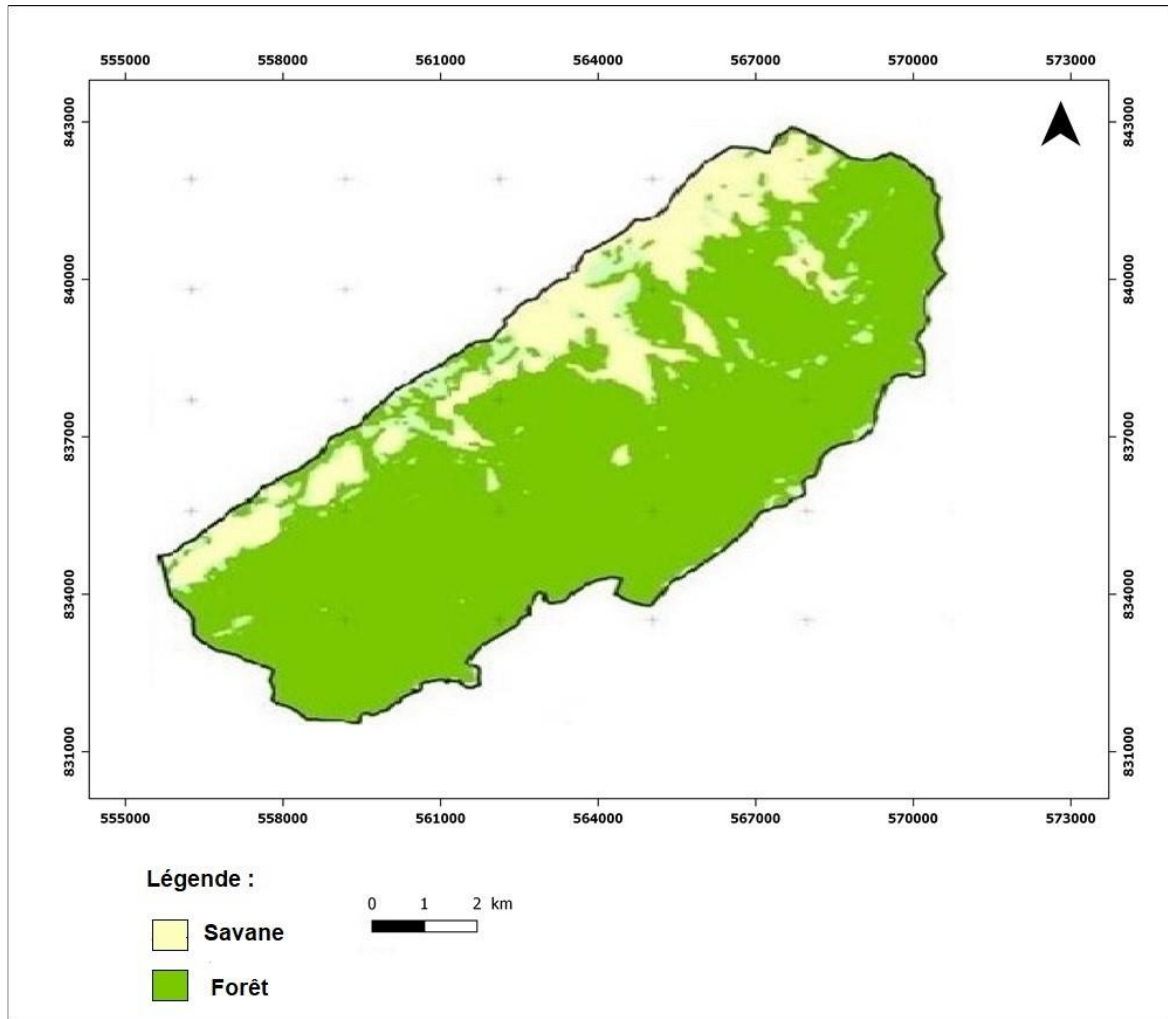
La forêt de l'étage supérieur occupe les flancs et ravins de la chaîne à partir de 1 000 m d'altitude. Elle est nettement dominée par *Parinari excelsa*, *Synsepalum cerasiferum*, *Carapa procera*, *Garcinia smeathmannii*, *Psychotria rufipilis* et *Rinorea djalonsensis*. L'épiphyte *Amanoa bracteosa* se montre parfois abondante sur les branches. Les lianes *Monoxanthotaxis nimbana*, *Salacia erecta*, *Rhaphiostylis preussii* et *Strychnos aculeata* se développent dans le sous-bois de ces forêts. On y rencontre aussi de grandes fougères comme *Tectaria fernandensis*, *Pisana fraxinea* ou *Lonchitis currori* sur les sols marécageux. Localement, dans les ravins dépourvus de *Parinari*, la fougère arborescente *Cyathea manniana* déploie sa fronde entre six et huit mètres de hauteur. Les espèces *Craterispermum laurinum*, *Ilex mitis*, *Harungana madagascariensis* et *Heterotis jacquesii* dominent les galeries forestières (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007). A cet étage, la transition forêt / savane est occupée par des formations arbustives ou herbacées denses (Marshall & Hawthorne, 2013).

La forêt de basse altitude couvre les sols profonds des plaines de Yéalé à Gbapleu. De type mésophile, elles sont principalement composées d'*Aubrevillea kerstigii*, *Celtis milbraedii*, *Pterocarpus mildbraedii*, *Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon*. (Guillaumet & Adjanooun, 1971 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007). Sa strate supérieure est principalement constituée de *Chrysophyllum perpulchrum*, *C. africanum* et *Lophira alata* associés à *Alstonia boonei*, *Antiaris toxicaria*, *Ficus mucoso*, *Milicia excelsa*, *Ongokea gore Parki biglobosa*, *Piptadeniastrum africanum* *Petersianthus macrocarpu* et *Turraeanthus africanus*. A l'étage intermédiaire dominant principalement *Chidlowia sanguinea*, *Bussea occidentalis*, *Calpocalyx brevibractaeus*, *Carapa procera*, *Funtumia africana*, *Panda oleosa* et *Xylia evansii*. Le sous-bois est dominé par *Dracena camerooniana*, *Drypetes chevalieri*, *D. gilgiana*, *Ixora nimbana*, *Warneckea golaensis*, *Microdesmis puberula*, *Rinorea ilicifolia* et *R. Djalonsensis*. Les lianes *Culasia angolensis*, *Raphidophora*

.....  
*africana*, *Entada gigas*, *Cercestis afzelii* et *Culcasia scandens* se développent aussi bien dans cette forêt de basse altitude (Lauginie, 2007). Sur le tapis herbacé des clairières, se développent principalement *Buforesia obovata*, *Palisota bracteosa* et bien d'autres espèces y compris de nombreuses fougères.

Les savanes du piedmont, très pauvres en espèces ligneuses, peuvent se voir sur les pentes jusqu'à 900-1000 m d'altitude. Parcourues de petites vallées boisées, elles offrent un paysage en mosaïque. Installée sur des cuirasses, la végétation diffère des sols les plus profonds vers les sols moins épais. Ces savanes sont dominées par *Hyparrhenia diplandra*, *H. subplumos*, *Andropogon schirensis*, *A. tectorum*, *Melinis minutiflora*, *Loudetia arundinacea*, *L. kagerensis*, *Andropogon fastigiatus*, *Monocymbium cerasiiforme*, *Pennisetum polystachion*, *Anadelphia leptocoma*, *Rhytachne rottboellioides*, *Sporobolus festivus*, *Ctenium newtonii*, *Hypolytrum cacuminum*, *Hibiscus asper* et *Heterotis jacquesii*. On y trouve quelques espèces ligneuses, en saison des pluies telles que *Syzygium guineense guineense*, *Ochna membranacea*, *Psorospermum febrifugum* et *Rourea coccinea* (Poilecot, 2001 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

Les savanes montagnardes occupent les crêtes et les pentes au-dessus de 1000 m d'altitude au centre et au nord de la réserve. Elles forment un couvert homogène largement dominé par *Loudetia kagerensis*, *Andropogon schirensis*, *Monocymbium cerasiiforme*, *Hyparrhenia subplumosa* et *H. diplandra*. Sous ce couvert, *Eriosema parviflorum*, une Fabaceae s'observe fréquemment. Il existe également, les espèces *Mesanthemum prescottianum*, *Eriosema spicatum*, *Aeschynomene pulchella*, *Gladiolus atropurpureus* et les Orchidées (*Brachycorythis paucifolia*, *B. tenuior*, *Habenaria leonensis* et *Disa welwitschii*). Dans ce milieu, se développent les espèces caractéristiques de savanes d'altitude. Ce sont : *Anadelphia lomaensis*, *Andropogon mannii*, *Gladiolus aequinoctialis*, *Monocymbium cacuminum*, *Spermacoce macrantha*, *Polygala multiflora*, *P. sparciflora*, *Rubus fellatae*, *Vitex ferruginea* et le parasite *Striga aequinoctialis*. Les espèces ligneuses sont représentées par des arbustes. Il s'agit de *Harungana madagascariensis*, *Dolichos tonkouiensis* et *Kotschyia ochreatea* (Poilecot, 2001 ; Lamotte *et al.*, 2003). Dans les milieux marécageux au pied du massif se développent *Uapaca paludosa*, *Hallea ledermannii*, *Macaranga schweifurthii* et *Laccosperma secundiflorum* et dans les cours d'eau rapides se développe la fougère *Bolbitis heudelotii* (Lauginie, 2007 ; Marshall & Haw-Thorne, 2013).



**Figure 11** : Carte de la végétation de la Réserve Intégrale du Mont Nimba.

Source : OIPR modifiée par Kanga *et al.*, 2021.

### I-2-6- Faune

Sa position géographique et climatologique unique combinée avec son historique biogéographique font que la chaîne de la RNIMN dispose d'une des plus remarquables diversités biologiques de toute la région Ouest Africaine, avec un fort potentiel d'endémisme (Denys & Aniskine, 2012 ; Bohoussou, 2014 ; Monadjem *et al.*, 2016). La grande diversité d'habitats de la réserve avec ses nombreuses niches permet d'abriter d'une part plus de 317 espèces de vertébrés dont 107 de mammifères, et d'autre part plus de 2500 espèces d'invertébrés (Lauginie, 2007 ; Marshall *et al.*, 2013).

Les Mammifères sont représentés d'une part par des primates : Potto de Bosman (*Perodicticus poto*), Galago de Demidoff (*Galagoides demidovii*), Colobe noir et blanc

.....  
(*Colobus polykomos*), Colobe rouge (*Colobus badius*), Mone de Campbell (*Cercopithecus campbelli*), Diane (*Cercopithecus diana*), Pétauriste (*Cercopithecus petaurista buettikoferi*), Cercocèbe fuligineux (*Cercocebus atys*) et chimpanzé (*Pan troglodytes verus*) et d'autre part, par des rongeurs : Aulacode (*Trynomys swinderianus*), Athérure Africain (*Atherurus africanus*), le Porc-Epic (*Hystrix cristata*), le Rat de Gambie (*Cricetomis gambianus*) et le Rat d'Emin (*Cricetomis emini*) (Bohoussou, 2014 ; OIPR, 2019).

L'avifaune est riche d'environ 385 espèces (Erard & Brosset, 2003) recensées dans les environs du Mont Nimba. Toutefois, aucune liste précise n'existe pour le versant ivoirien (Lauginie, 2007). Parmi celle-ci nous relevons la présence du Calao à casque jaune (*Ceratogymna elata*), l'Echenilleur à barbillons (*Lobotos lobatus*), le Bulbul à queue verte (*Bleda eximius*), le Bulbul à barbe jaune (*Crinifer olivaceus*), le Bathmocerque à capuchon (*Bathmocercus cerviniventris*), Akalat à ailes rousses (*Illadopsis rufescens*) et le Picatharte de Guinée (*Picathartes gymnocephalus*). D'autres espèces liées aux savanes herbeuses d'altitude ne se rencontrent en Côte d'Ivoire que sur les crêtes du Mont Nimba. Ce sont l'Alouette à nuque rousse (*Mirafra africana henrici*) (sous-espèce endémique au Nimba), le Pipit à long bec (*Anthus similis bannermani*) et le Tarrier pâtre Saxicola (*torquatus nebularum*) ; (Bohoussou, 2014 ; OIPR, 2019).

Quant à la Batrachofaune, elle est constituée de 57 espèces selon Rödel *et al.* (2004). L'unique crapaud vivipare *Nimbaphrynoides occidentalis* (Bufonidae), *Hyperolius nimba* (Hyperliidae) et bien d'autres espèces sont endémiques à la réserve.

Par ailleurs, la réserve de cette région très sensible de la partie ouest de la Côte d'Ivoire constitue le seul refuge de plusieurs espèces menacées et inscrites sur la liste rouge de l'UICN. Ce sont l'endémique Micropotamogale de lamotte (*Micropotamogale lamottei*, EN) ; le Chimpanzé (EN) ; le Colobe Bai de l'Ouest (EN) ; le Colobe blanc et noir (VU) ; le Cercopithèque Diane (VU) (Denys & Aniskine, 2012 ; Bohoussou, 2014 ; Monadjem *et al.*, 2016). On y trouve également, deux espèces de crabes d'eaux douces (*Liberonautes lugbe* (CR) et *Liberonautes nimba* (VU)), une espèce de libellule (*Paragomphus kiautai*), l'unique crapaud vivipare (CR) et la chauve-souris (*Hipposideros lamottei* (CR)) (Monadjem *et al.*, 2016). Le site renferme également des espèces emblématiques telles que des chimpanzés qui se servent de pierres comme outils (Lamotte & Roy, 2003 ; Granier & Martinez, 2011).

### **I-2-7- Gestion de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

La réserve est clairement circonscrite par des limites naturelles (cours d'eau) connues et respectées par les populations riveraines.

En Côte d'Ivoire, son statut a été renforcé par la loi 2002-102 du 11 février 2002 qui lui confère la qualité de domaine public inaliénable de l'Etat. Toute l'assise foncière de la réserve reste désormais la propriété exclusive de l'Etat et toute implantation ou activité humaine y est proscrite (MINEF, 2015 ; OIPR, 2019). En plus du cadre juridique, l'Etat ivoirien a mis en place un cadre institutionnel renforcé qui décentralise certaines fonctions de l'administration au profit de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) par décret n°2002-359 du 24 juillet 2002 et de la Fondation pour les Parcs et Réserves (FPRCI) pour la recherche de financement pérenne (UICN/UNESCO, 2008). Une part importante des taxons d'Afrique sub-saharienne est représentée dans la RNIMN. Les témoins de cette richesse sont contenus dans un réseau de 14 aires protégées, constituées de huit parcs nationaux et six réserves. La vulnérabilité de la faune en général et des amphibiens en particulier s'accroît de façon inquiétante à cause des pressions humaines (Bohoussou, 2014 ; MINEF, 2015 ; OIPR, 2019).

### **I-2-8- Facteurs humains et leurs influences sur la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

La dépendance humaine à l'égard des ressources naturelles est souvent considérée comme l'un des arguments politiques les plus solides pour préserver la biodiversité mondiale (Mohneke & Rödel, 2009). Cependant, la surexploitation de ces ressources est l'une des principales menaces actuelles pour la biodiversité. En effet, la dégradation et la conversion de l'habitat, l'érosion de la diversité génétique, le déclin et la perte d'espèces biologiques, la déstabilisation et la destruction des écosystèmes menacent les moyens de subsistance actuels et futurs (Cowlshaw *et al.*, 2005 ; Mohneke & Rödel, 2009).

La situation du mont Nimba reste à un niveau élevé de risque en raison de la pression croissante sur le site, de la situation insuffisamment contrôlée et des risques potentiels des projets miniers (la concession dans la partie guinéenne, l'extraction éventuelle en Côte d'Ivoire, la réouverture des mines au Libéria) (UICN/UNESCO, 2007 ; 2008 ; UICN/PAPACO, 2009). Le braconnage pour la viande de brousse est le principal problème

.....

(UICN/UNESCO, 2007 ; 2008). De même, les feux de brousse, mis essentiellement à la périphérie, constituent également une véritable menace pour l'intégrité des habitats et la biodiversité, ainsi que la coupe illicite de bois pour l'agriculture sur brûlis (Poilecot & Loua, 2009). Aussi, les empiètements agricoles, la coupe de bois pour le combustible menacent-ils le site. Le contrôle du site est insuffisant et il n'y a aucune gestion active concertée entre les trois Etats (Côte d'Ivoire, Guinée et Libéria). Les bénéfices liés au site pour la population locale sont insignifiants et la pression extérieure pour la terre et la nourriture est très élevée. Par conséquent le site est considéré comme une zone complémentaire potentielle pour l'économie locale (Lauginie, 2007). L'absence ou la faiblesse d'un suivi conjoint et de recherches scientifiques à l'échelle globale (trois Etats) constitue aussi un point négatif (UICN/UNESCO, 2008). La mission de suivi réactif conjointe du centre du patrimoine mondial/UICN qui s'est déroulée en 2013, a noté l'isolement écologique progressif de la réserve dans la partie ivoirienne lié à la dégradation rapide de la couverture forestière à sa périphérie ainsi que la zone centrale. Cette déforestation est liée à une pression démographique croissante, consécutive à la crise en Côte d'Ivoire (Monadjem *et al.*, 2016).

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**



## **II-1- Matériel**

### **II-1-1- Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est composé de différentes espèces d'amphibiens anoures collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

### **II-1-2- Matériel technique**

#### **II-1-2-1- Matériel de mesure des paramètres physiques du milieu**

Les paramètres abiotiques tels que la température et l'humidité relative de l'air ont été mesurés à l'aide d'un thermohygromètre de type REED LM-81HT (Figure 12a). Ce matériel électronique permet de mesurer à la fois les températures minimales et maximales (en °C) et l'humidité relative d'un milieu (en % du seuil de saturation). La mesure se fait au moyen de sondes adaptées.

#### **II-1-2-2- Matériel d'échantillonnage des amphibiens**

Les amphibiens terrestres de petites tailles ont été capturés à l'aide d'une boîte de capture (Figure 12b) de forme cylindrique (10 cm de hauteur et 6 cm de diamètre). Un filet troubleau (40 cm de diamètre, 50 cm de hauteur et de maille 5 mm) a servi à capturer les espèces de grande taille ou aquatiques (Figure 12c). L'usage d'une lampe torche de poche (Figure 12d) et une lampe frontale a été nécessaire pour les échantillonnages nocturnes. Un dictaphone de marque SONY ICD-PX470 a permis d'enregistrer des coassements (Figure 12e). Des aquariums plastiques ont servi à collecter et à transporter des spécimens dont quelques-uns ont été anesthésiés et conservés respectivement à l'aide d'une solution de 1,1,1-Trichloro-2-méthyl-2-propanol hémihydrate et de l'alcool 70 %. Un pied à coulisse a servi à mesurer la taille standard (museau-anus) de tous les spécimens d'amphibiens collectés (Figure 12f).

#### **II-1-2-3- Autre matériel**

Un GPS de type Garmin 12XL a permis de relever les coordonnées géographiques des transects et les espèces (Figure 12g). Les spécimens capturés et leurs habitats ont été photographiés à l'aide d'un appareil photographique de type Nikon D 5200 CMOS DSLR (Figure 12h).



**Figure 12** : Matériel d'échantillonnage des amphibiens anoures.

a : thermohygromètre, b : boîte de capture, c : filet troubleau, d : lampe torche, e : dictaphone, f : pied à coulisse numérique, g : GPS, h : appareil photographique.

## II-2- Méthodes

### II-2-1- Choix des sites d'étude et établissement des transects

Un total de 20 sites d'échantillonnage a été défini selon la méthode adoptée par Rödel & Ernst (2004), Assemien (2009) et Kouamé (2014), qui consiste en l'établissement de transects dans différents types d'habitats en vue d'obtenir un échantillonnage représentatif. Il s'agit notamment, des forêts primaires ou secondaires, des systèmes ouverts ou fermés, des zones perturbées ou non par les activités humaines. Les habitats humides qui représentent en général des zones de reproduction des amphibiens et l'accessibilité ont également orienté le choix des sites.

.....

Ainsi, cinq sites (S11, S12, S14, S16 et S20) sont caractérisés par les habitats ouverts avec présence de formations herbeuses et arbustives. En effet, les sites S12, S14, S16 sont situés dans la savane (prairie montagnarde) du Mont Nimba, mais les sites S11 et S20 sont des zones marécageuses situées à la périphérie de la réserve. Les habitats clairsemés sont représentés par trois forêts dégradées (S5, S9 et S15) et trois agrosystèmes respectivement, cacao (S17), café (S18) et hévéa (S19) situés tous à la zone périphérique de la réserve. Quant aux habitats fermés avec présence de végétaux ligneux (zone boisée), ils regroupent neuf sites (S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S10 et S13). Ces sites sont situés dans la zone centrale de la réserve. La figure 13 montre des vues de quelques habitats prospectés.



**Figure 13** : Vue partielle de quelques habitats explorés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

a : habitats fermés humides ; b : habitats fermés secs ; c : habitats ouverts humides ; d : habitats ouverts secs.

### II-2-2- Transects d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé dans 20 transects rectangulaires. Chacun mesurait 200 m de longueur sur 100 m de largeur, soit un périmètre de 600 m. Chaque transect a été subdivisé en 24 points de prélèvements situés tous les 25 m sur le périmètre (Figure 14). La conception du transect rectangulaire est une combinaison de deux techniques standards largement utilisées. La première est la technique d'échantillonnage par quadrat ou par parcelle qui consiste en l'établissement d'une série de petits carrés disposés au hasard sur un site pour l'échantillonnage des amphibiens. La seconde, dite échantillonnage par transect, utilise des transects linéaires. L'échantillonnage par quadrat peut être utilisé pour déterminer les espèces présentes dans un site homogène, ainsi que leurs abondances et densités relatives, tandis que l'échantillonnage par transect peut fournir des données similaires sur des gradients d'habitats. Selon Rödel & Ernst (2004), l'avantage des transects rectangulaires est de fournir la possibilité d'augmenter ou de réduire facilement les données sans négliger la diversité des habitats. La localisation des transects a été faite à l'aide d'un GPS. Les points de collecte par transect ont été matérialisés par des banderoles fluorescentes à chaque intervalle de 25 m.

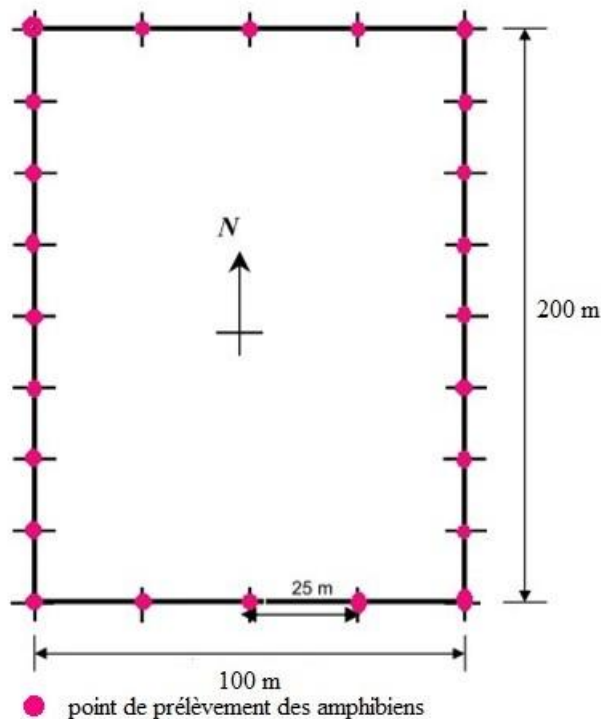
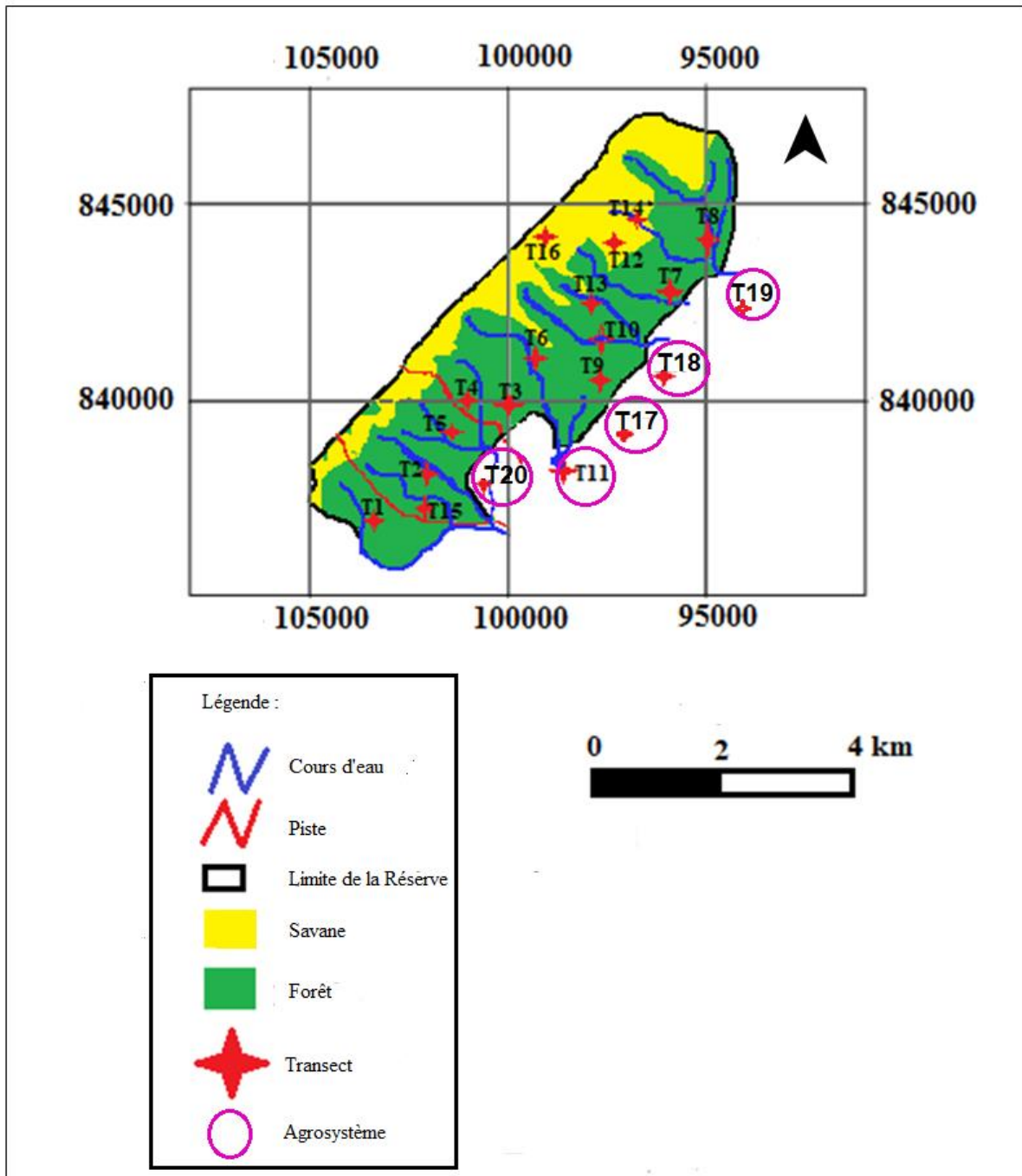


Figure 14 : Représentation schématique d'un transect.

.....

Les sites d'échantillonnage ont été matérialisés sur la figure 15. Le tableau I présente les coordonnées géographiques et les principales caractéristiques des transects. Les transects T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T13 et T15 plus ou moins fermés, sont caractérisés par des végétaux ligneux (zones boisées), tandis que les transects ouverts T11, T12, T14, et T16 sont dominés par une importante formation herbeuse et des sols sableux ou rocheux. Par ailleurs, les agrosystèmes (culture de cacao, culture de café, culture d'hévéa et la rizière) représentés respectivement par des transects T17, T18, T19 et T20 situés à la périphérie de la RNIMN ont été pris en compte.

Les habitats ouverts regroupent les transects T11, T12, T14, T16, et T20. Ils sont caractérisés par des formations herbeuses avec la présence d'arbustes disséminés ou groupés localement en petits peuplements. Les habitats clairsemés regroupent les transects T5, T9, T15, T17, T18 et T19. Ils sont caractérisés par une forêt dégradée et des agrosystèmes. Quant aux habitats fermés, ils comprennent les transects T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T10 et T13. Ils se distinguent par une forêt naturelle dense. Le déboisement, la présence de pistes, de cultures vivrières et cultures industrielles dans les zones périphériques de la réserve ont été considérés comme pressions humaines. Ainsi, la simple présence de pistes a été considérée comme une faible pression humaine et les autres types de pressions (déboisement, agriculture) ont été qualifiés de fortes pressions.



**Figure 15** : Dispositif d'échantillonnage par transects.

(Source : OIPR modifiée par Kanga *et al.*, 2021) ; T1 à T20 = Transect 1 à Transect 20

**Tableau I** : Caractéristiques globales des différents transects et leurs coordonnées géographiques.

Transect	Position géographique	Végétation	Habitat	Cours d'eau	Pression Humaine
T1	07°32' 16'' N / 08°27' 25'' W	boisée	humide	rivière	rare
T2	07°32' 48'' N / 08°26' 42'' W	boisée	humide	rivière	rare
T3	07°33' 32'' N / 08°25' 35'' W	boisée	sec	néant	rare
T4	07°33' 35'' N / 08°26' 08'' W	boisée	sec	néant	rare
T5	07°33' 15'' N / 08°26' 20'' W	boisée	humide	rivière	forte
T6	07°34' 05'' N / 08°25' 13'' W	boisée	humide	rivière	rare
T7	07°34' 48'' N / 08°23' 23'' W	boisée	humide	rivière	rare
T8	07°35' 22'' N / 08°22' 53'' W	boisée	humide	rivière	rare
T9	07°33' 49'' N / 08°24' 20'' W	boisée	sec	néant	rare
T10	07°34' 16'' N / 08°24' 20'' W	boisée	humide	rivière	rare
T11	07°32' 50'' N / 08°24' 51'' W	herbacée	humide	rivière	forte
T12	07°35' 19'' N / 08°24' 10'' W	herbacée	humide	rivière	rare
T13	07°34' 40'' N / 08°24' 27'' W	boisée	humide	rivière	rare
T14	07°35' 34' N / 08°23' 52'' W	herbacée	humide	rivière	rare
T15	07°32' 16'' N / 08°26' 45'' W	boisée	sec	néant	forte
T16	07°35' 24'' N / 08°25' 06'' W	herbacée	sec	néant	rare
T17	07°33' 52'' N / 08°23' 27'' W	boisée	sec	néant	forte
T18	07°34' 46'' N / 08°22' 39'' W	boisée	sec	néant	forte
T19	07°33' 14'' N / 08°23' 59'' W	boisée	sec	néant	forte
T20	07°32' 42'' N / 08°25' 55'' W	herbacée	humide	rivière	forte

### II-2-3- Caractérisation des habitats prospectés

La caractérisation des habitats de différents transects prospectés a tenu compte de la végétation et de la présence ou de l'absence de cours d'eau. Ainsi, elle a tenu compte de la canopée, de la densité des végétaux ligneux (arbres et arbustes) et de l'épaisseur de la litière selon la méthodologie proposée par Rödel & Ernst (2004).

En ce qui concerne la canopée, elle a été estimée visuellement par le même observateur selon l'échelle suivante : 0 % pour les sites ouverts, 25 et 50 % pour les sites clairsemés, 75 et 100 % pour les sites dits fermés.

Concernant la densité des végétaux ligneux (arbres et arbustes), elle a été évaluée sur une surface carée de 4 m<sup>2</sup>, le long des layons de chaque transect au point d'échantillonnage.

Au niveau de l'épaisseur de la litière, elle a été déterminée en mesurant la dénivellation entre la couche supérieure et la couche de litière en contact avec le sol, à l'aide d'un double décimètre dans un rayon de 0,25 m. Ces mesures ont été effectuées aux 24 points d'échantillonnage matérialisés sur les layons de chaque transect. Cependant, les plantes ont été regroupées au préalable selon la catégorie des circonférences de leur tronc à la hauteur de l'épaule par les méthodes de Rödel & Ernst (2004). Ainsi, les végétaux dont la circonférence du tronc est comprise entre 5 et 20 cm ont été appelés "arbustes" et ceux dont la circonférence du tronc excède 20 cm ont été nommés "arbres".

Par ailleurs, des paramètres complémentaires ont été pris en compte. Ce sont : la densité de la couverture des herbes (exprimée en % de la couverture du sol), le type de sol, la présence de la rivière, des mares et des ruisseaux dans les différents transects.

L'ensemble de ces paramètres physiques, considérés comme invariants, a été mesuré une seule fois au cours de la période d'échantillonnage.

#### **II-2-4- Mesure de la température et de l'humidité relative de l'air**

La température et l'humidité relative de l'air ont été mesurées dans les habitats grâce à un thermo-hygromètre de type REED LM-81HT. Ces deux paramètres ont été relevés en un point fixe à l'entrée de chaque transect au début et à la fin de chaque échantillonnage. Pour les mesures, l'appareil est mis sous tension juste au moment de l'emploi. La sonde est en contact avec l'air libre et la sélection de la fonction désirée permet d'obtenir les valeurs de la température et du taux d'humidité relative qui sont directement affichées sur l'écran.

#### **II-2-5- Echantillonnage des amphibiens**

La collecte des données relatives au peuplement d'amphibiens s'est effectuée d'abord, par deux prospections, en février et octobre 2017. Ensuite, les échantillonnages ont été effectués mensuellement pendant 12 mois (de juin 2018 à mai 2019). Enfin, durant les mois



.....

de juin, juillet, août et octobre 2019 afin d'estimer la richesse spécifique globale. A cet effet, deux techniques d'échantillonnage des amphibiens ont été utilisées. Il s'agit de la technique visuelle associée à la capture et la technique acoustique.

#### **II-2-5-1- Technique visuelle**

La technique visuelle associée à la capture ou Standardized visual transect sampling (SVTS) a consisté à échantillonner le long de 20 transects, selon les méthodes adoptées par Rödel & Ernst (2004). En effet, les captures ont été effectuées dans les biotopes tels que les alentours des mares, des marécages, des rivières et sous les couches de litière. Toutefois, durant toute la période d'échantillonnage diurne, la collecte des données pour chaque site a été effectuée dans le sens de l'aval vers l'amont par trois personnes, afin de s'assurer qu'un grand nombre d'espèces ne puissent pas s'échapper lors de leur passage en bordure des rivières et ruisseaux. Ainsi, certaines espèces d'anoures de petite taille, ont été capturées grâce à des boîtes de capture et celles de grande taille ont été capturées à la main ou à l'aide d'un filet troubleau. Quant à l'échantillonnage nocturne, il a été effectué grâce aux lampes torches (Rödel, 2000 ; Assemian *et al.*, 2006 ; Kouamé *et al.*, 2007). En effet, les faisceaux de lumière dirigés directement vers la tête du spécimen éblouissent ses yeux, le désorientent et le rendent immobile pendant quelques secondes, puis il est capturé à la main ou à l'aide d'un filet troubleau. A la fin de chaque échantillonnage, les spécimens sont ramenés dans le site correspondant au transect. Ainsi, les spécimens sont photographiés puis leur taille standard (museau-anus) est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. Une fois qu'ils sont identifiés à partir des clés d'identification de Rödel & Spieler (2000) et Channing & Rödel (2019), ils sont relâchés dans leur biotope.

#### **II-2-5-2- Technique acoustique**

La technique acoustique ou Standardized acoustic transect sampling (SATS), adoptée par Rödel & Ernst (2004) a permis de repérer les mâles coasseurs de certaines espèces en activité reproductive. De même, elle a été appliquée particulièrement aux espèces arboricoles, de litière et ou à celles enfouies qui n'étaient pas faciles à observées visuellement. En effet, chez les amphibiens, les coassements diffèrent d'une espèce à l'autre, mais la vocalisation est similaire entre les individus de la même espèce (Zimmerman, 1994 ; Rödel, 2000). Pour ce faire, un dictaphone nous a permis d'enregistrer les coassements pour obtenir des témoins des coassements entendus. A la fin de la collecte, tous les enregistrements ont été comparés à

.....  
ceux obtenu par Rödel (2000) à propos des amphibiens des savanes d'Afrique de l'Ouest en vue d'identifier les espèces.

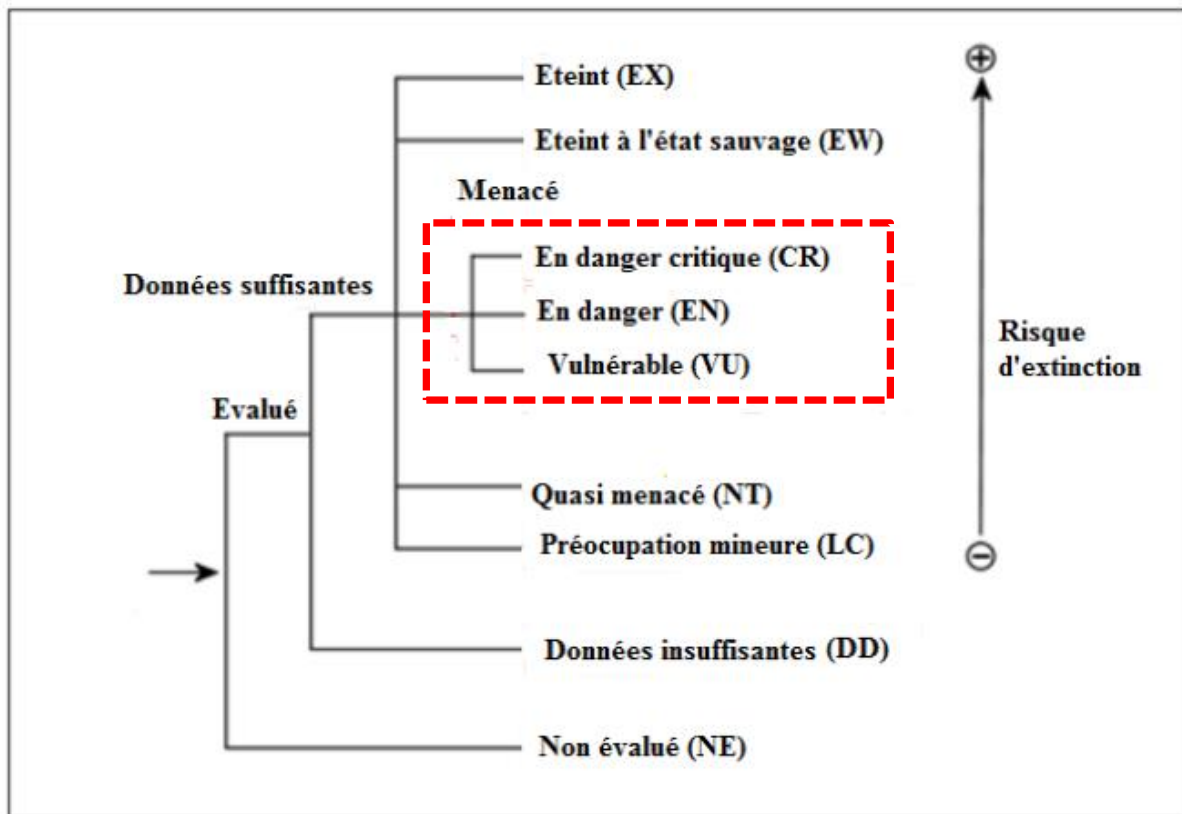
#### **II-2-6- Statut de conservation de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)**

La Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) est un indicateur essentiel de la santé de la biodiversité mondiale. Bien plus qu'une liste d'espèces et de leur statut, c'est un outil puissant pour informer et catalyser les actions de conservation de la biodiversité et les changements de politique, indispensables pour protéger les ressources naturelles dont nous avons besoin pour survivre. Elle fournit des informations sur l'aire de répartition, la taille de la population, l'habitat et l'écologie, l'utilisation et/ou le commerce, les menaces et les mesures de conservation qui permettront de prendre les décisions nécessaires en matière de conservation (UICN, 2018).

Les catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN se veulent un système facile à comprendre et largement répandu pour classer les espèces présentant un risque élevé d'extinction mondiale. Elle divise les espèces en neuf catégories (Figure 16) : Non évaluée (NE), Données insuffisantes (DD), Préoccupation mineure (LC), Quasi menacée (NT), Vulnérable (VU), En danger (EN), En danger critique d'extinction (CR), Éteinte à l'état sauvage (EW) et Éteinte (EX).

Un taxon est dit "insuffisamment documenté" (DD) lorsqu'il n'existe pas d'informations suffisantes pour effectuer une évaluation directe ou indirecte de son risque d'extinction sur la base de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Un taxon de cette catégorie peut être bien étudié, et sa biologie bien connue, mais les données appropriées sur l'abondance et/ou la distribution font défaut.

Un taxon est dit de "préoccupation mineure" (LC) lorsqu'il a été évalué selon les critères de la Liste rouge et ne remplit pas les conditions pour être classé dans les catégories "en danger critique d'extinction", "en danger", "vulnérable" ou "quasi-menacé".



**Figure 16** : Structure des catégories de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2018).

Un taxon est dit "quasi-menacé" (NT) lorsqu'il a été évalué en fonction des critères, mais qu'il ne remplit pas les conditions requises pour être classé dans les catégories "en danger critique d'extinction", "en danger" ou "vulnérable", mais qu'il est sur le point de remplir ces conditions ou qu'il est susceptible de les remplir dans un avenir proche.

Un taxon est dit "vulnérable" (VU) lorsqu'il a été classé par l'UICN comme susceptible de devenir en voie de disparition à moins que les circonstances menaçant sa survie et sa reproduction ne s'améliorent. Il est donc considéré comme faisant face à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

Un taxon est dit "en danger" (EN) lorsque les meilleures preuves disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E de la catégorie "en danger" et qu'il est donc considéré comme étant confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.

Un taxon est dit "en danger critique d'extinction" (CR) lorsque les meilleures preuves disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E de la catégorie "en danger critique

.....

d'extinction" et qu'il est donc considéré comme étant confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage. Un taxon est dit "éteint à l'état sauvage" (EW) lorsqu'il ne survit qu'en culture, en captivité ou en tant que population (ou populations) naturalisée(s) bien en dehors de son aire de répartition historique. Un taxon est présumé éteint à l'état sauvage lorsque des enquêtes exhaustives menées dans des habitats connus et/ou attendus, à des moments appropriés (diurnes, saisonniers, annuels), dans l'ensemble de son aire de répartition historique, n'ont pas permis d'enregistrer un individu. Les prospections doivent se dérouler sur une période appropriée au cycle et à la forme de vie du taxon. Un taxon est dit Éteint (EX) lorsqu'il n'y a aucun doute raisonnable sur la mort du dernier individu. Un taxon est présumé éteint lorsque des enquêtes exhaustives menées dans des habitats connus et/ou attendus, à des moments appropriés (diurnes, saisonniers, annuels), dans l'ensemble de son aire de répartition historique, n'ont pas permis d'enregistrer un individu. Les prospections doivent se dérouler sur une période appropriée au cycle et à la forme de vie du taxon.

## **II-2-7- Méthodes d'analyse du peuplement des amphibiens**

### **II-2-7-1- Richesse spécifique observée**

Deux techniques standards d'échantillonnage ont été utilisées simultanément. Il s'agit de l'échantillonnage visuel associé à la capture et acoustique. Ce choix tient compte du fait que ces techniques permettent d'explorer tous les habitats (micro et macro-habitats) et donnent des informations précises sur l'abondance, la densité, la richesse spécifique et le mode d'assemblage du peuplement d'amphibiens (Rocha *et al.*, 2004 ; Asseman *et al.*, 2006). Ces techniques permettent de déterminer le nombre d'espèces d'amphibiens que renferment les sites d'étude et leurs abondances (Legendre & Legendre, 1998).

La richesse spécifique est une mesure de la biodiversité de tout ou d'une partie d'un écosystème. Elle correspond au nombre total d'espèces rencontrées dans un milieu donné, sans tenir compte des abondances relatives tout en permettant d'illustrer les caractéristiques écologiques du milieu. Sa valeur observée n'est qu'une approximation du nombre d'espèces réellement présentes et elle dépend directement de la qualité de l'échantillonnage.

### **II-2-7-2- Richesse spécifique estimée**

Pour évaluer l'efficacité des techniques d'échantillonnage utilisées, deux méthodes statistiques non paramétriques d'estimations de la richesse spécifique ont été employées.

.....

Fondé sur l'hypothèse que l'effort relatif de collecte est le même dans chaque transect, le nombre théorique d'espèces d'amphibiens a été calculé selon la formule de (1) Jack-knife-1 (Heltshe & Forrester, 1983) et de (2) Chao-2 (Chao, 1987). Ces formules sont basées sur l'incidence (occurrence), c'est-à-dire le nombre de fois qu'une espèce est rencontrée dans chaque échantillon (présence/absence) :

$$S_{\text{Jack1}} = S_{\text{Obs}} + Q_i \left( \frac{m-1}{m} \right) \quad (1)$$

$$S_{\text{Chao2}} = S_{\text{Obs}} + \frac{Q_1^2}{2Q_i} \quad (2)$$

$S_{\text{Obs}}$  = nombre total des espèces observées dans l'ensemble des échantillons ;

$Q_i$  = nombre d'espèces recensées dans  $i$  échantillons ;

$m$  = nombre total d'échantillons.

La robustesse de ces estimations dépend de la taille de l'échantillon, du nombre d'espèces recensées, de l'effort d'échantillonnage et de l'équitabilité des différentes communautés (O'Hara, 2005). L'estimation de la richesse spécifique a été réalisée par le logiciel Estimate S version 9.1.0 (Colwell, 2004).

### II-2-7-3- Indice de Sørensen

Cet indice mesure la similitude en espèce entre deux habitats. Il est calculé selon la formule suivante :

$$I_s = (2C) / (A+B)$$

$C$  : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats.

$A$  : représente le nombre d'espèces pour l'habitat 1.

$B$  : représente le nombre d'espèces pour l'habitat 2.

L'indice varie de 0 quand il n'existe aucune espèce commune entre les deux habitats, à 1 quand toutes les espèces rencontrées dans l'habitat 1 existent aussi dans l'habitat 2.

### II-2-7-4- Pourcentage d'occurrence ou de fréquence

Cette méthode permet de déterminer les préférences de milieux (habitats) d'une espèce donnée. Elle consiste à compter le nombre de fois que l'espèce  $i$  apparaît dans les échantillons (Dajoz, 2000). Ce nombre est exprimé en pourcentage du nombre total de relevés et renseigne sur les espèces fréquemment rencontrées dans un habitat. Il se calcule comme suit (3) :

$$F = \frac{F_i \times 100}{F_t} \quad (3)$$

$F_i$  = nombre de relevés contenant l'espèce  $i$  ;

$F_t$  = nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de  $F$ , 3 groupes d'espèces sont distingués :

- espèces constantes ( $F > 50 \%$ ) ;
- espèces accessoires ( $25 \% < F < 50 \%$ ) ;
- espèces accidentelles ( $F < 25 \%$ ).

#### II-2-7-5- Indice de Shannon

Selon Amanieu & Lasserre (1982), cet indice mesure le degré d'organisation du peuplement. L'indice de diversité spécifique de Shannon & Weaver (1963) est employé pour mettre en évidence la diversité globale du peuplement. Les valeurs élevées de l'indice de Shannon correspondent à une grande diversité du peuplement étudié. Sa formule est la suivante (4) :

$$H' = - \sum_{i=1}^{S_{obs}} P_i \log_2 P_i \quad (4)$$

$S_{obs}$  = nombre total des espèces observées dans l'ensemble des échantillons ;

$p_i = n_i / \sum n_i$  = fréquence relative de l'espèce  $i$  dans le peuplement ;

$N = \sum n_i$  = effectif total.

Le choix de l'indice de Shannon (formule mathématique la plus utilisée) se justifie par le fait qu'il est indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 1994).

#### II-2-7-6- Equitabilité

L'indice de régularité ou d'équitabilité de Pielou (1969) permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces et de comparer la diversité de deux peuplements ayant des richesses spécifiques (RS) différentes (Dajoz, 2000). Le calcul de l'indice de diversité spécifique doit toujours s'accompagner de celui de l'équitabilité car deux peuplements à

.....  
physionomies différentes peuvent avoir la même diversité. L'équitabilité s'obtient en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale du peuplement (5) :

$$E = \frac{H'}{\log_2(RS)} \quad (5)$$

$H'$  = indice de diversité de Shannon ;  $\log_2 (RS) = H_{\max}$  (diversité atteinte lorsque toutes les espèces ont la même abondance) ;  $RS$  = richesse spécifique.

L'équitabilité varie de 0 à 1 et tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce. Elle prend la valeur 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'équitabilité est une mesure objective du degré de diversité. Selon Zabi (1993), elle traduit la qualité de l'organisation d'un peuplement.

La richesse spécifique, la diversité et l'équitabilité sont des indices descriptifs utilisés pour comparer différents peuplements ou différents états (variations dans le temps) d'un même peuplement (Barbault, 1992). A l'aide de ces indices, nous avons réalisé une étude comparative des variations spatio-temporelles de la diversité du peuplement d'amphibiens de la RNIMN grâce au Logiciel Past 3.10 (Hammer *et al.*, 2001).

## II-2-8- Traitements statistiques des données

### II-2-8-1- Analyses univariées

Le test de Kruskal-Wallis a permis de comparer les valeurs de la température et de l'humidité relative de l'air entre les 20 transects et les différents types d'habitats. Ce test a été également utilisé pour comparer les abondances de chaque espèce d'amphibiens dans l'ensemble des transects, les différents types d'habitats et entre les deux saisons climatiques. Le test post-hoc de Scheffé a été utilisé pour la comparaison deux à deux des valeurs de la température, de l'humidité relative de l'air, des effectifs de chacune des espèces d'amphibiens entre les habitats. Ce test a aussi permis de comparer deux à deux les effectifs d'amphibiens entre les saisons. Quant au test U de Mann-Whitney, il a été utilisé pour comparer les proportions des amphibiens dans des habitats différents. Il s'agit des habitats fermés (présence de canopée) et des habitats ouverts (absence de canopée). Dans chacun des cas, le test n'est significatif que si la valeur de probabilité  $p$  est inférieure à 0,05.

Ces statistiques ont été réalisés par le logiciel STATISTICA 7.1 (Statsoft, 2005)

## **II-2-8-2- Analyses multivariées**

### **II-2-8-2-1- Classification Hiérarchiques Ascendantes**

L'Analyse de Classification Hiérarchique (ACH), est une méthode utilisée pour grouper des objets similaires. Elle alloue chaque objet (par exemple un site ou un transect) à un groupe sur la base de la similarité de ses caractéristiques (par exemple l'indice de Shannon) à ceux de ses semblables appartenant au même groupe (Bridge, 1993). La classification ascendante hiérarchique utilise les dissemblances ou distances entre objets lors de la formation des groupes. Le module « Classification » de STATISTICA 7.1 a servi pour construire les arbres hiérarchiques (ou dendrogrammes) en utilisant la règle d'agrégation de la moyenne non pondérée des groupes associés.

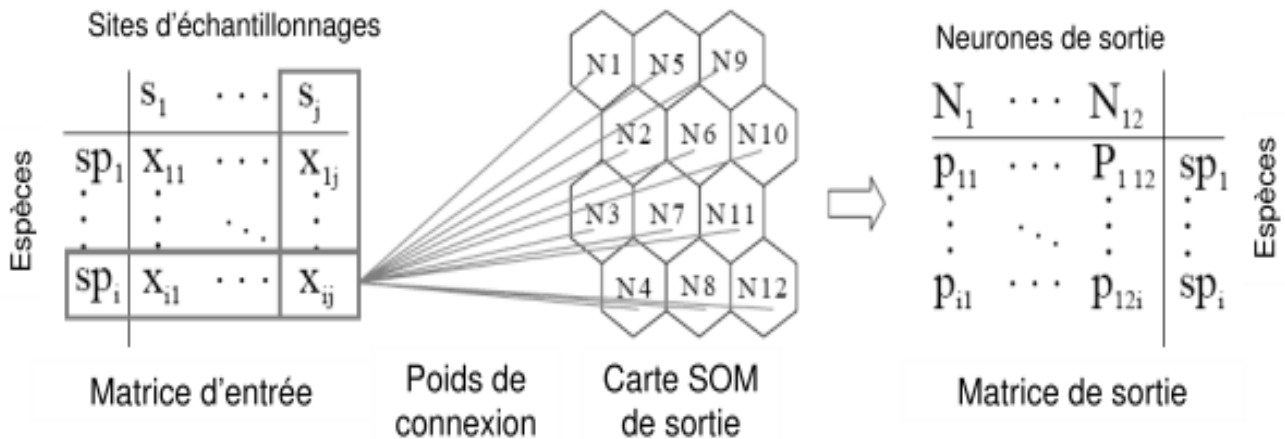
### **II-2-8-2-2- Carte auto organisatrice de Kohonen**

L'algorithme des cartes auto-organisatrices de Kohonen ou Self Organizing Maps (SOM) (Kohonen, 1985) a été utilisé pour ordonner les sites d'études en fonction des variables environnementales et des assemblages des espèces d'amphibiens anoures. Ces modèles neuronaux artificiels partagent avec les algorithmes classiques d'ordination, l'idée de représenter des données multidimensionnelles dans un espace de dimension inférieure (généralement un plan).

Contrairement aux méthodes classiques, les SOM traitent avec beaucoup d'aisance les données extrêmes (grande abondance ou extrême rareté), très souvent contenues dans les bases de données écologiques (Brosse *et al.*, 2001 ; Giraudel & Lek, 2001). Laë *et al.* (1999) et Lek *et al.* (2000) ont montré l'efficacité des réseaux de neurones en écologie, caractérisée par des processus non linéaires. Cette technique de classification non linéaire est capable de montrer des patrons simplifiés à partir des bases de données complexes en identifiant des groupes semblables (Kohonen, 2001).



Les cartes auto-organisatrices se composent habituellement de deux couches de neurones (Ibarra, 2004). La couche d'entrée, constituée de la matrice du jeu de données, est directement reliée à la couche bidimensionnelle de sortie dite carte de Kohonen et qui est composée par des neurones artificiels de sortie (Figure 17).



**Figure 17** : Schéma simplifié de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM).

La matrice ou couche d'entrée contient les données d'abondances par espèces ( $X_{ij}$ ) pour chaque observation (site d'échantillonnage,  $S_j$ ). Une fois les poids de connexion déterminés par la SOM ( $P_{ij}$ ) en erreur minimale d'apprentissage, on obtient la carte et la matrice de sortie.

L'apprentissage qui est dit concurrentiel, engendre une compétition d'activité des nœuds du modèle vis-à-vis des données d'entrée. Cet apprentissage est également dit non supervisé parce que les valeurs du jeu de données sont uniquement utilisées dans la couche d'entrée et aucune indication concernant les valeurs attendues dans la couche de sortie n'est apportée au système. Ce procédé recherche itérativement des similarités parmi les données observées et les représente dans la carte de sortie en préservant les voisinages. A la fin de l'apprentissage, une carte est obtenue et dans chaque polygone se trouve un objet virtuel pour lequel les valeurs des descripteurs ont été calculées. Ces objets virtuels représentent la distribution des objets réels. L'objectif de l'apprentissage est d'ajuster les composantes des objets virtuels afin qu'ils reflètent la distribution des échantillons.

Le choix de la taille de la carte est un paramètre déterminant pour détecter au mieux l'écart entre les données. Par exemple, si la carte est trop grande, c'est-à-dire si le nombre d'unités de la carte est largement supérieur à l'effectif des échantillons, les données seront trop dispersées par le modèle. La taille optimale de carte est choisie en minimisant les erreurs dites de quantification et de topographie (Kohonen, 2001).

Une fois la carte de Kohonen obtenue, un algorithme d'analyse de classification hiérarchique basée sur la méthode Ward et la distance euclidienne a permis ensuite de mettre en évidence des assemblages des objets réels sur la carte (Park *et al.*, 2003). Ces regroupements se sont faits sur la base des affinités en termes de peuplement d'amphibiens des échantillons projetées dans les cellules de couche de sortie. Les cartes auto-organisatrices de Kohonen ont été réalisées en utilisant le logiciel SOM Toolbox (version 6.1) pour Matlab.

## **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

### **III-1- Résultats**

#### **III-1-1- Caractéristiques physiques de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

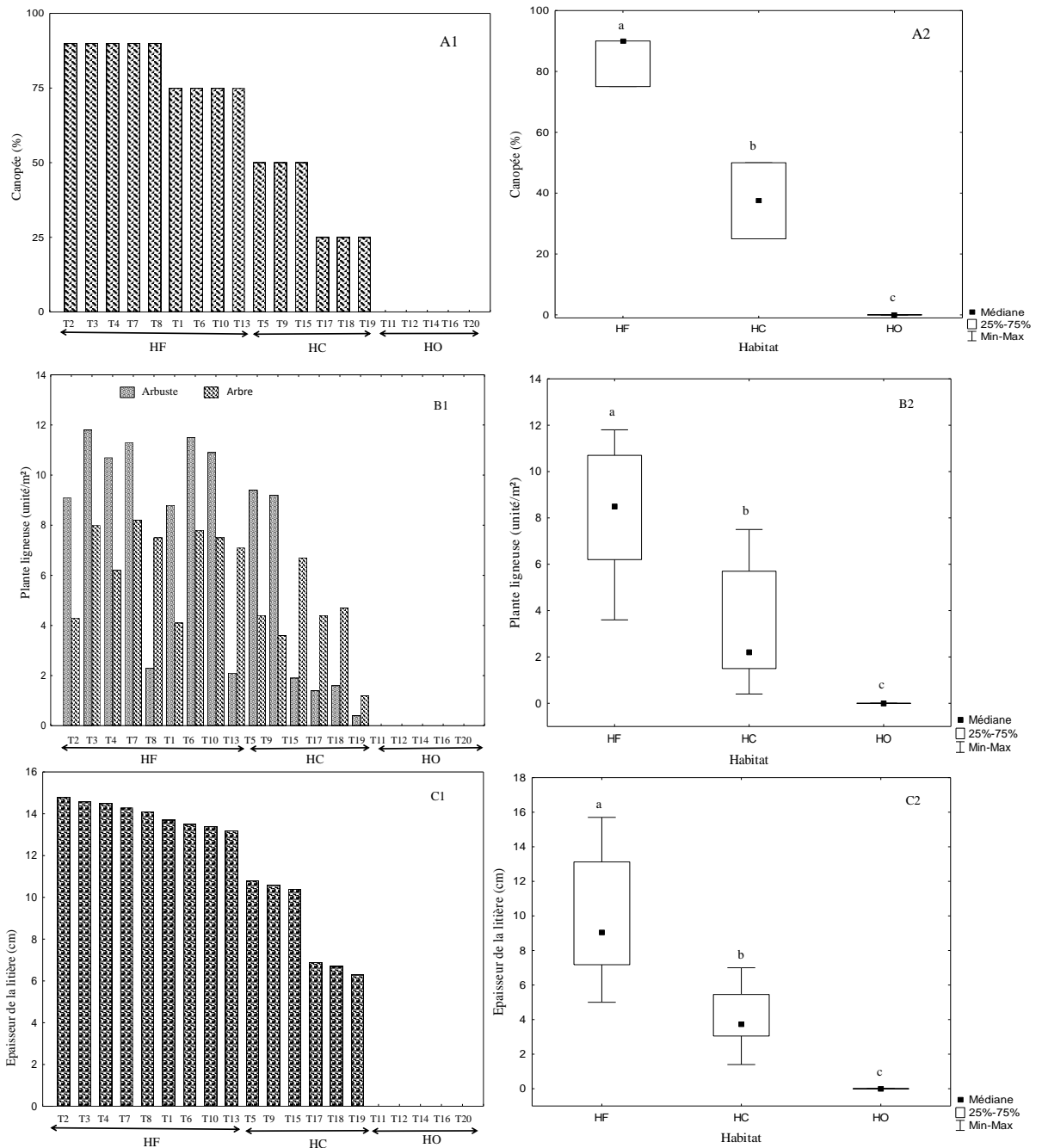
##### **III-1-1-1- Variations spatiales de la canopée, la densité des végétaux ligneux et l'épaisseur de la litière de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

L'analyse de variances réalisée sur les données physiques notées aux 24 sous-unités de chaque transect (le long des 600 m de périmètre du transect) a permis de vérifier l'homogénéité des 20 transects issus des trois types d'habitats.

Dans les habitats fermés (Figure 18A1-A2), les valeurs moyennes de la canopée sont supérieures à 50 %. Il s'agit des transects T1, T2, T3, T4, T7, T8, T10 et T13. Ces valeurs sont significativement différentes (Test de Scheffé ;  $p = 0,001$ ) de celles (25 et 50 %) des habitats clairsemés (transects T5, T9, T15, T17, T18 et T19). Cependant, les transects T11, T12, T14, T16 et T20, caractérisés par une canopée à 0 %, sont considérés comme les habitats dits ouverts.

Concernant la densité des végétaux ligneux (Figure 18B1-B2), les valeurs notées entre les habitats fermés et les habitats clairsemés diffèrent significativement. Dans les habitats fermés, la densité des arbustes est plus élevée (Test de Scheffé ;  $p = 0,001$ ) au niveau des transects T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T10 et T13 (6,4 à 11,8 arbustes / m<sup>2</sup>). Cependant, au niveau des habitats clairsemés, la densité des arbustes est faible (1,2 à 3,7 arbustes / m<sup>2</sup>) dans les transects T17, T18 et T19. Quant à la densité des arbres des habitats fermés, elle est plus importante dans les transects T1, T2, T3, T4, T7 et T8 (6,2 à 8,2 arbres / m<sup>2</sup>). Par contre, les transects des habitats clairsemés ont un faible taux d'arbres. Concernant les habitats ouverts, ils sont caractérisés par des formations herbeuses. Ces milieux sont quasiment dépourvus d'arbres et très peu d'arbustes.

Pour la litière du sous-bois (Figure 18C1-C2), les transects considérés comme fermés présentent globalement une quantité plus élevée (13,2 à 14,8 cm d'épaisseur) que ceux des habitats clairsemés (6,3 à 10,8 cm) (Test de Scheffé :  $p = 0,001$ ). Toutefois, l'épaisseur de la litière des transects T5, T9 et T15, est supérieure (6,3 à 10,8 cm) à celle des transects (T17, T18 et T19) issus des agrosystèmes des habitats clairsemés.



**Figure 18** : Variations des paramètres physiques dans les différents transects et habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HO : Habitats ouverts ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis ;  $p > 0,05$ ).

.....

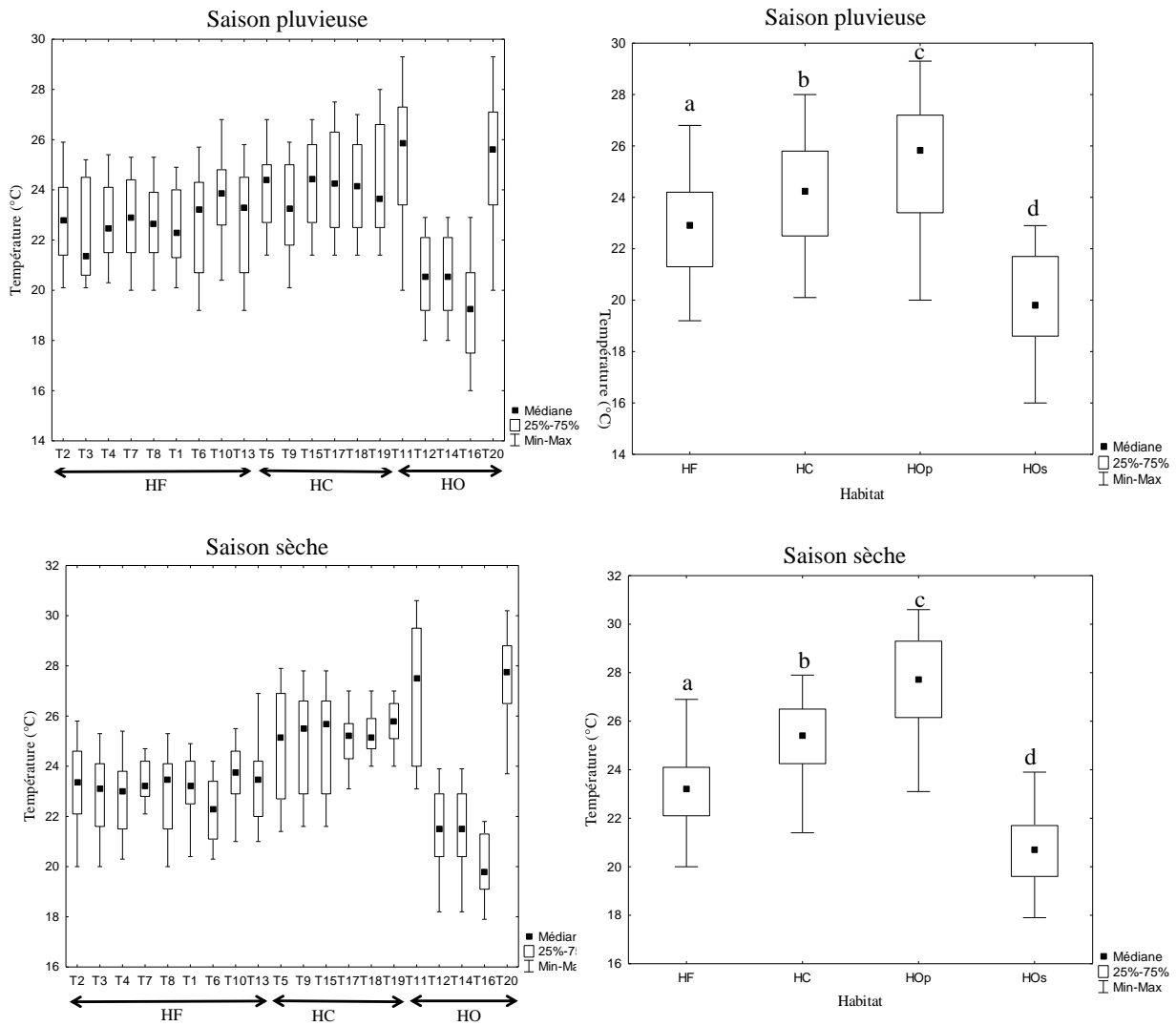
**III-1-1-2- Variations spatiales de la température de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

Les résultats de l'analyse des variations spatiales de la température de l'air durant les deux saisons climatiques (Figure 19) indiquent globalement une différence significative (Test de Kruskal-Wallis ;  $p < 0,05$ ). Ainsi, au niveau de la saison des pluies, les valeurs médianes (comprises entre 24,9 et 26 °C) observées dans les habitats ouverts à la périphérie sont plus élevées. Elles sont suivies par celles (varient de 23,3 à 25 °C) des habitats clairsemés. Les valeurs médianes (comprises entre 22 et 23,7 °C) issues des habitats fermés sont moyennement faible, tandis que celles (comprises entre 19,08 et 20,6 °C) notées dans les habitats ouverts de la savane sont très faibles.

Concernant la saison sèche, les valeurs de la température augmentent considérablement dans les différents habitats. Les valeurs médianes sont très élevées (comprises entre 26,8 et 27,6 °C) dans les habitats ouverts à la périphérie. Elles sont suivies par celles (varient de 24,8 à 25,7 °C) des habitats clairsemés. Les valeurs médianes (comprises entre 22,3 et 23,5 °C) issues des habitats fermés sont moyennement faible, tandis que celles (comprises entre 20 et 21,4 °C) notées dans les habitats ouverts de la savane sont très faibles.

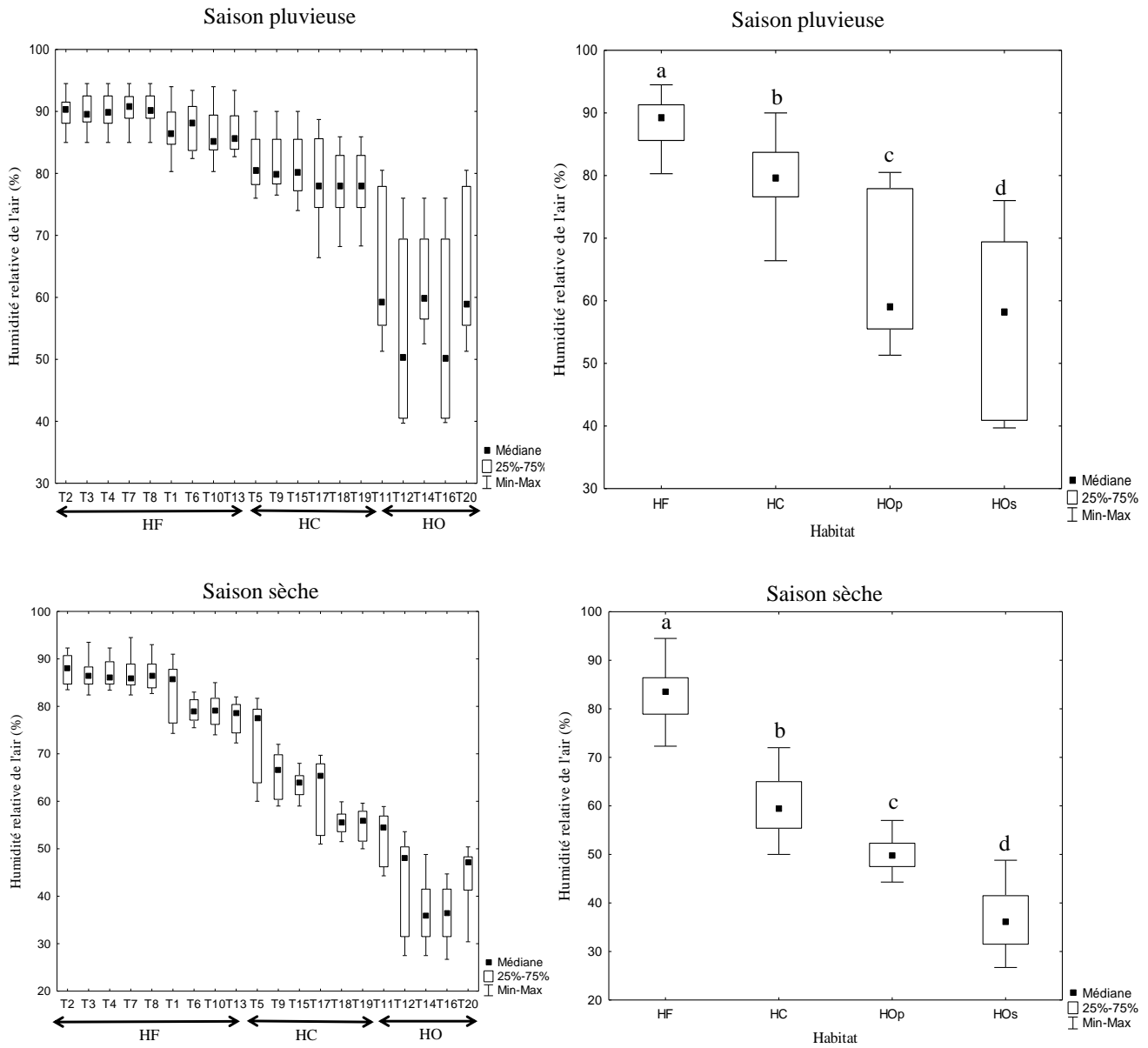
**III-1-1-3- Variations spatiales de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

Les résultats de l'analyse de variances de l'humidité relative de l'air, indiquent globalement une différence significative entre les habitats (Test de Kruskal-Wallis ;  $p < 0,05$ ) (Figure 20). Les plus fortes valeurs de l'humidité relative de l'air ont été observées dans les habitats fermés en saison pluvieuse (de 86,1% à 90,4 %) qu'en saison sèche (de 76,9 % à 87,2 %). Elles sont suivies par les valeurs médianes moyennement élevées des habitats clairsemés durant la saison pluvieuse (de 78,2% à 81,7 %) et la saison sèche (de 55,2 % à 66,5 %). Toutefois, les valeurs les plus faibles sont observées dans les habitats (ouverts à la périphérie et ouverts de la savane) pendant la saison pluvieuse (respectivement, de 63,1% à 64,2 % et de 55,1% à 62,6 %) et la saison sèche (respectivement, de 48,4% à 51,7% % et de 36,1% à 36,9 %).



**Figure 19** : Variations spatiales de la température de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HO : Habitats ouverts ; HO<sub>p</sub> : Habitats ouverts à la périphérie ; HO<sub>s</sub> : Habitats ouverts de la savane ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis ;  $p > 0,05$ ).



**Figure 20** : Variations spatiales de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

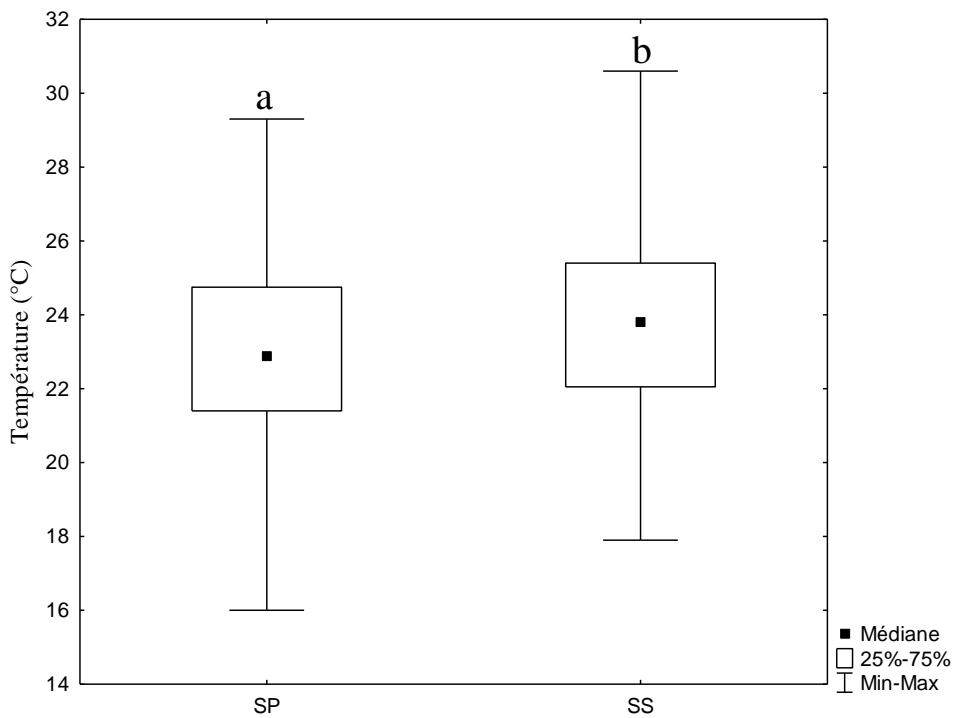
HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HO : Habitats ouverts ; HOp : Habitats ouverts à la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis ;  $p > 0,05$ ).



**III-1-1-4- Variations saisonnières de la température de l'air et de l'humidité relative de l'air de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

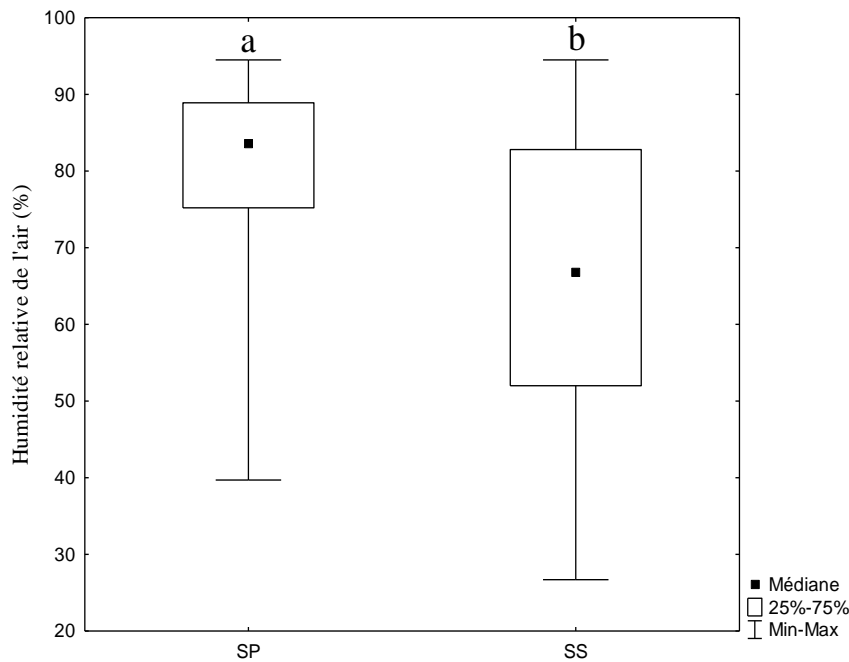
Les valeurs de la température sont, en moyenne statistiquement plus élevées en saison sèche qu'en saison des pluies (test de Mann-Whitney,  $p = 0,001$ ) (Figure 21). Elles sont comprises entre 17,9 °C et 30,6 °C durant la saison sèche. En revanche, elles oscillent entre 16 °C et 29,3 °C en saison des pluies.

En ce qui concerne l'humidité relative de l'air, l'analyse des résultats de l'évolution enregistrés dans les différents habitats diffèrent significativement entre ces deux saisons (test de Mann-Whitney,  $p = 0,001$ ) (Figure 22). En saison des pluies, l'humidité de l'air varie de 39,7 à 94,5% tandis qu'en saison sèche, elle oscille entre 26,7% et 86,9%.



**Figure 21** : Variations saisonnières de la température de l'air dans les transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

SP = saison des pluies ; SS = saison sèche ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).



**Figure 22** : Variations saisonnières de l'humidité relative de l'air dans les transects.

SP = saison des pluies ; SS = saison sèche ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

### III-1-2- Diversité du peuplement d'amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

#### III-1-2-1- Richesse spécifique globale des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

Au total, 53 espèces réparties en 18 genres et 12 familles d'amphibiens anoures ont été collectées sur les différents transects de la RNIMN (Tableau II). Les familles les plus diversifiées sont les Hyperoliidae, les Phrynobatrachidae et les Ptychadenidae avec les richesses spécifiques respectives de 13 ; 11 et 10 espèces. Elles sont suivies par les Arthroleptidae (8 espèces) et Bufonidae (4 espèces). Sept familles sont monospécifiques, il s'agit de Dicroglossidae, Hemisotidae, Odontobatrachidae, Conrauidae, Pipidae, Ranidae et Rhacophoridae. Par ailleurs au niveau de la richesse générique, les *Arthroleptis*, les *Astylosternus*, les *Cardioglossa* et les *Leptopelis* (Arthroleptidae), les *Afrixalus*, les *Hyperolius* et les *Kassina* (Hyperoliidae) et les *Sclerophrys* et les *Nimbaphrynoides* (Bufonidae) sont les plus diversifiés.

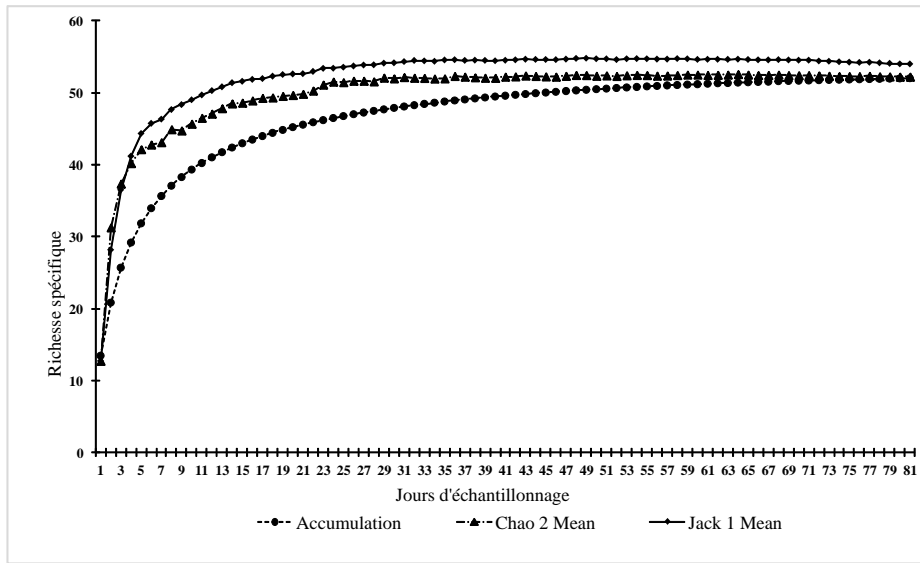
.....  
**Tableau II** : Diversité des amphibiens anoures échantillonnés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Familles	Genres	Espèces
<b>Hyperoliidae</b>	<i>Afrixalus</i>	<i>A. dorsalis</i>
		<i>A. fulvovittatus</i>
	<i>Hyperolius</i>	<i>H. chlorosteus</i>
		<i>H. concolor</i>
		<i>H. fusciventris</i>
		<i>H. guttulatus</i>
		<i>H. lamottei</i>
		<i>H. nimbae</i>
		<i>H. picturatus</i>
		<i>H. soror</i>
		<i>H. sylvaticus</i>
		<i>Hyperolius</i> sp.
	<i>Kassina</i>	<i>K. cochranæ</i>
	<b>Phrynobatrachidae</b>	<i>Phrynobatrachus</i>
<i>P. annulatus</i>		
<i>P. francisci</i>		
<i>P. fraterculus</i>		
<i>P. guineensis</i>		
<i>P. gutturosus</i>		
<i>P. latifrons</i>		
<i>P. liberiensis</i>		
<i>P. natalensis</i>		
<i>P. phyllophilus</i>		
<i>P. tokba</i>		

.....  
**Tableau II** (suite et fin) : Diversité des amphibiens anoures échantillonnés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Familles	Genres	Espèces
<b>Ptychadenidae</b>	<i>Ptychadena</i>	<i>P. arnei</i>
		<i>P. bibroni</i>
		<i>P. longirostris</i>
		<i>P. oxyrhynchus</i>
		<i>P. pujoli</i>
		<i>P. pumilio</i>
		<i>P. retropunctata</i>
		<i>P. stenocephala</i>
		<i>P. submascareniensis</i>
		<i>P. tournieri</i>
<b>Arthroleptidae</b>	<i>Astylosternus</i>	<i>A. occidentalis</i>
	<i>Cardioglossa</i>	<i>C. occidentalis</i>
	<i>Leptopelis</i>	<i>L. macrotis</i>
		<i>L. occidentalis</i>
		<i>L. spiritusnoctis</i>
		<i>L. viridis</i>
<i>Arthroleptis</i>	<i>A. crusculum</i>	
	<i>A. poecilonotus</i>	
<b>Bufo</b>	<i>Nimbaphrynooides</i>	<i>N. occidentalis</i>
	<i>Sclerophrys</i>	<i>S. maculata</i>
		<i>S. regularis</i>
		<i>S. togoensis</i>
<b>Conrauidae</b>	<i>Conraua</i>	<i>C. alleni</i>
<b>Dicroglossidae</b>	<i>Hoplobatrachus</i>	<i>H. occipitalis</i>
<b>Hemisotidae</b>	<i>Hemisis</i>	<i>H. marmoratus</i>
<b>Odontobatrachidae</b>	<i>Odontobatrachus</i>	<i>O. arndti</i>
<b>Pipidae</b>	<i>Xenopus</i>	<i>X. tropicalis</i>
<b>Ranidae</b>	<i>Amnirana</i>	<i>A. albolabris</i>
<b>Rhacophoridae</b>	<i>Chiromantis</i>	<i>C. rufescens</i>

La courbe d'accumulation spécifique évolue jusqu'aux quatre-vingt et unième jours avant de se stabiliser, atteignant ainsi l'asymptote (Figure 23). Le nombre théorique de la richesse taxonomique obtenue par les indices de Jackknife 1 et Chao 2 est compris entre 53 et 55 espèces ; ce qui correspond à 94,6 % pour Jack 1 et 98,2 % pour Chao 2 de la richesse spécifique estimée.



**Figure 23** : Courbe d'accumulation spécifique ou indice de Mao-Tau des amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

### III-1-2-2- Richesse spécifique des anoues de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

#### III-1-2-2-1- Richesse spécifique des anoues selon les transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

Les transects T5, T9, T11, T15, T17, T18, T19 et T20 ont des richesses spécifiques qui varient entre 23 et 32 espèces (Tableau III). Ces sites ont en commun un grand nombre d'espèces d'amphibiens anoues. Il s'agit de *A. poecilonotus*, *L. viridis*, *S. maculata*, *S. togoensis*, *H. marmoratus*, *A. fulvovittatus*, *H. concolor*, *H. fusciventris*, *H. guttulatus*, *H. nimbae*, *H. picturatus*, *H. sylvaticus*, *K. cochranæ*, *P. gutturosus*, *P. latifrons*, *P. natalensis*, *P. bibroni*, *P. pumilio*, *P. stenocephala* et *P. longirostris*. En outre, hormis les Dicroglossidae, les Odontobatrachidae, les Conrauidae, les Pipidae, les Ranidae et les Rhacophoridae, toutes les autres familles sont présentes dans ces sites.

En revanche, les transects T16, T3, T4, T12, T6, T10, T13, T14, T2 et T7 possèdent les plus faibles richesses spécifiques (4 à 9 espèces). Dans ces sites, les transects T2, T7 et T13 ont cinq espèces en commun. Ce sont : *A. occidentalis*, *C. occidentalis*, *C. alleni*, *H. chlorosteus*, *O. arndti* et *P. tokba*.

Tableau III : Répartition des taxons d' amphibiens anoures dans les différents transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Taxon	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
<b>Arthroleptidae</b>																				
<i>A. cruscolum</i>												X		X		X				
<i>A. poecilonotus.</i>	X	X			X				X		X				X		X			
<i>A. occidentalis</i>	X	X	X	X			X	X		X			X	X						
<i>C. occidentalis</i>	X	X	X	X			X	X		X			X							
<i>L. macrotis</i>	X	X				X	X													
<i>L. occidentalis</i>						X														
<i>L. spiritusnoctis</i>	X	X					X	X										X	X	
<i>L. viridis</i>					X				X		X	X			X		X	X	X	X
<b>Bufoidea</b>																				
<i>N. occidentalis</i>																X				
<i>S. maculata</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>S. regularis</i>											X									X
<i>S. togoensis</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<b>Conrauidae</b>																				
<i>C. alleni</i>	X	X				X	X	X		X				X						
<b>Dicroglossidae</b>																				
<i>H. occipitalis</i>											X			X						X
<b>Hemisotidae</b>																				
<i>H. marmoratus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X

Tableau III (suite) : Répartition des taxons d'amphibiens anoures dans les différents transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Taxon	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
<b>Hyperoliidae</b>																					
<i>A. dorsalis</i>						X					X		X		X		X	X	X	X	
<i>A. fulvovittatus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. chlorosteus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X						
<i>H. concolor</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. fusciventris</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. guttulatus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. lamottei</i>												X		X		X					
<i>H. nimbae</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. picturatus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>H. soror</i>	X						X														
<i>H. sylvaticus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<i>Hyperolius sp.</i>					X												X			X	
<i>K. cochranæ</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	
<b>Odontobatrachidae</b>																					
<i>O. arndti</i>	X	X				X	X	X		X			X	X							
<b>Phrynobatrachidae</b>																					
<i>P. alleni</i>				X				X													
<i>P. annulatus</i>	X							X													
<i>P. francisci</i>					X				X		X				X		X			X	
<i>P. fraterculus</i>											X						X	X	X	X	
<i>P. guineensis</i>				X				X													
<i>P. guttuosus</i>					X				X		X				X		X	X	X	X	

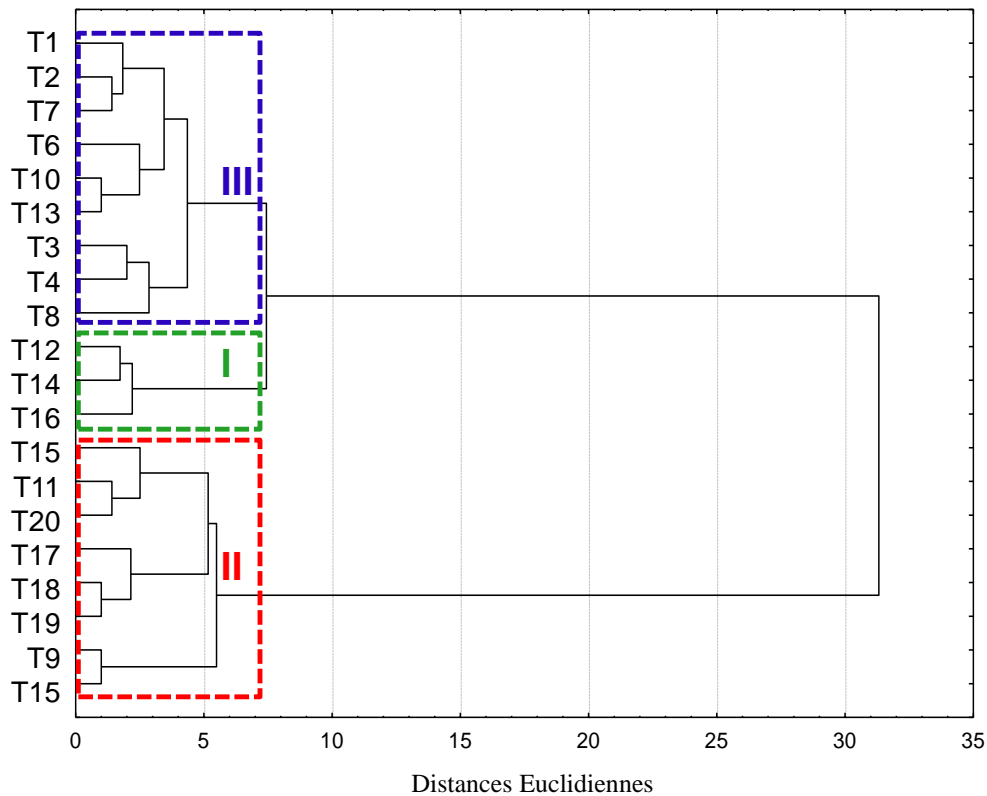
Tableau III (suite et fin) : Répartition des taxons d'amphibiens anoures dans les différents transects de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Taxon	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
<b>Phrynobatrachidae</b>																				
<i>P. latifrons</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>P. liberiensis</i>	X		X					X												
<i>P. natalensis</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>P. phyllophilus</i>			X					X												
<i>P. tokba</i>	X	X				X	X	X		X		X	X	X		X				
<b>Pipidae</b>																				
<i>X. tropicalis</i>					X						X									X
<b>Ptychadenidae</b>																				
<i>P. arnei</i>					X						X									X
<i>P. bibroni</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>P. longirostris</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>P. oxyrhynchus</i>					X						X						X	X	X	X
<i>P. pujoli</i>					X				X		X				X					X
<i>P. pumilio</i>											X									X
<i>P. retropunctata</i>														X						
<i>P. stenocephala</i>					X				X		X				X		X	X	X	X
<i>P. submascareniensis</i>												X		X						
<i>P. tournieri</i>					X				X		X				X					X
<b>Ranidae</b>																				
<i>A. albolabris</i>					X						X						X	X	X	X
<b>Rhacophoridae</b>																				
<i>C. rufescens</i>					X						X						X	X	X	X
<b>Total</b>	12	9	5	5	29	7	9	12	23	6	32	6	7	10	24	4	27	24	23	32



**III-1-2-2-2- Typologie des habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

La classification hiérarchique des habitats obtenue sur la base des similarités taxonomiques (matrice de présence-absence) permet de distinguer trois groupes d'habitats (Figure 24). Le groupe I rassemble uniquement les habitats fermés (T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8 et T10 et T13). Le groupe II comprend les habitats ouverts de la savane (T12, T14 et T16). Le groupe III est relatif d'une part aux habitats ouverts à la périphérie (T11 et T20) et d'autre part aux habitats clairsemés (T5, T9, T15, T17, T18 et T19).



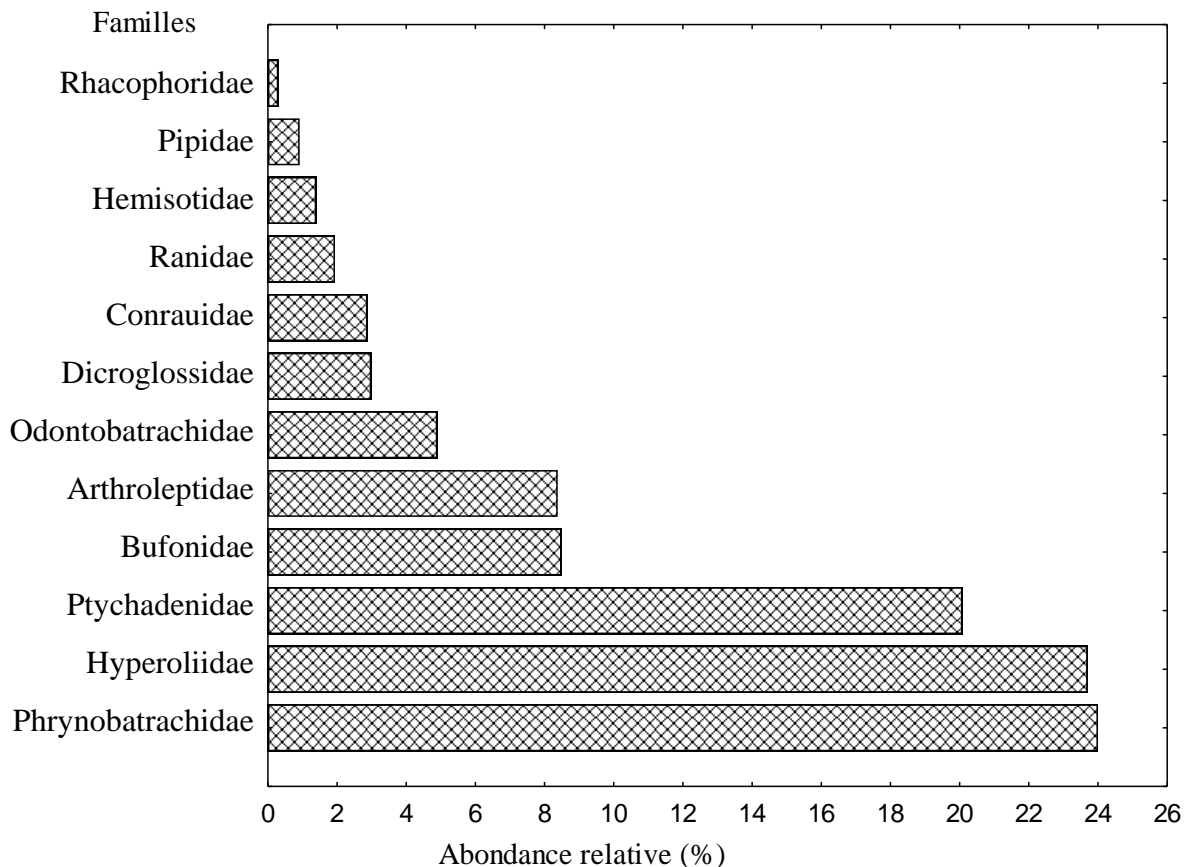
**Figure 24 :** Classification des transects sur la base des similarités taxonomiques.

III = habitats fermés (T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T10 et T13) ; I = habitats ouverts à la savane (T12, T14 et T16) et II = habitats clairsemés (T5, T9, T15, T17, T18 et T19) et habitats ouverts à la périphérie (T11 et T20).

**III-1-2-2-3- Abondance relative globale des taxons d'anoures récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

Au total, 10815 spécimens d'amphibiens anoures ont été échantillonnés dans les transects de la RNIMN. L'analyse des variations des abondances relatives des familles

d'anoures montre que celles des Phrynobatrachidae (24 % ; N = 2596), des Hyperoliidae (23,7 % ; N = 2564) et des Ptychadenidae (15,4 % ; N = 2172) sont les plus abondantes (Figure 25). Elles sont suivies de celles des Bufonidae (8,49 % ; N= 918) et des Arthroleptidae (8,38 % ; N= 907). Les familles les moins abondantes sont celles des Hemisotidae (1,4 % ; N= 152), des Pipidae (0,92 % ; N= 100) et des Rhacophoridae (0,3 % ; N= 32). Par ailleurs, le peuplement des amphibiens anoures de cette réserve est dominé par l'espèce *Phrynobatrachus latifrons* (8,49 % ; N= 918) (Figure 26). Elle est suivie par des espèces relativement abondantes. Il s'agit de *Ptychadena pumilio* (6,18 % ; N = 668), *Phrynobatrachus tokba* (5,49 % ; N= 593) et *Hyperolius lamottei* (5,18 % ; N= 560). Les espèces les moins abondantes sont *Arthroleptis crusculum* (0,33 % ; N= 36), *Sclerophrys regularis* (0,32 % ; N= 35), *Chiromantis Rufescens* (0,3 % ; N= 32), *Phrynobatrachus alleni* (0,3 % ; N= 32), *Hyperolius sp.* (0,18 % ; N= 20), *Hyperolius soror* (0,04) et *Leptopelis occidentalis* (0,04 % ; N= 4).



**Figure 25** : Variations des abondances relatives des familles d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

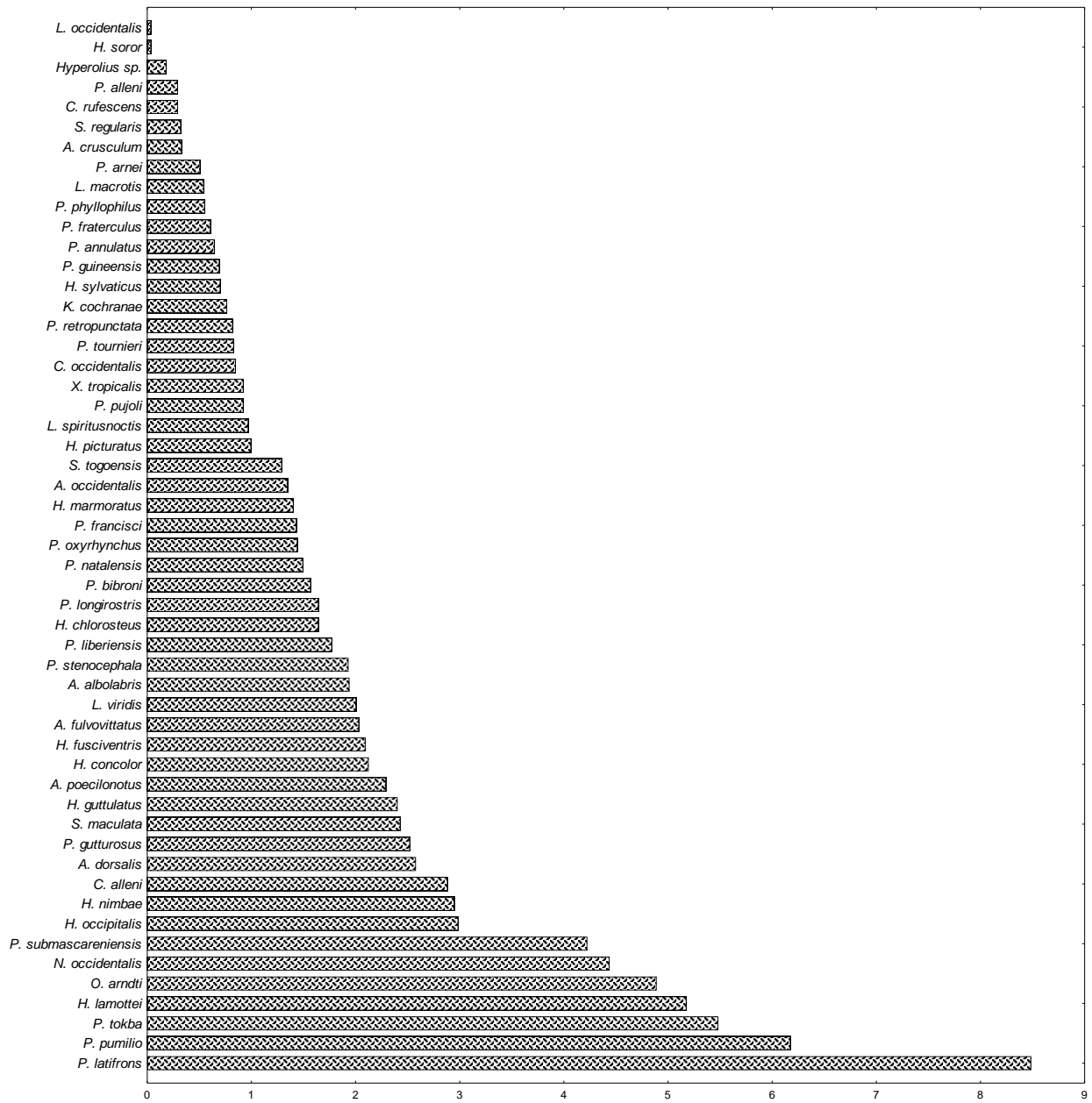


Figure 26 : Variations des abondances relatives des espèces d’anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

.....

### III-1-3- Dynamique spatio-temporelle du peuplement d'amphibiens anoures et les paramètres environnementaux

#### III-1-3-1- Composition et distribution des espèces d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

L'analyse des résultats de la fréquence d'apparition des espèces d'amphibiens anoures dans les différents types d'habitats indique que les habitats clairsemés et les habitats ouverts à la périphérie sont les plus diversifiés de la réserve (Tableau IV). Ainsi, les habitats clairsemés renferment 32 espèces regroupées en 12 genres et 9 familles contre 13 genres et 10 familles pour les habitats ouverts à la périphérie. Ces habitats sont suivis par les habitats fermés. Ils sont composés de 16 espèces regroupés en 9 genres et 5 familles. Cependant, les habitats ouverts de la savane sont les moins diversifiés. Ils sont composés de 10 espèces appartenant à 8 genres et 6 familles.

Par ailleurs, les espèces *A. occidentalis*, *C. occidentalis*, *H. soror*, *L. macrotis*, *L. occidentalis*, *O. arndti*, *C. alleni*, *P. alleni*, *P. annulatus*, *P. guineensis*, *P. liberiensis* et *P. phyllophilus* sont spécifiques aux habitats fermés. Quant aux habitats ouverts de la savane, ils sont caractérisés par *A. crusculum*, *N. occidentalis*, *H. lamottei*, *P. retropunctata* et *P. submascareniensis*.

Cependant, les espèces *S. maculata*, *A. poecilonotus*, *S. togoensis*, *Hem. marmoratus*, *A. dorsalis*, *A. fulvovittatus*, *H. concolor*, *H. fusciventris*, *H. guttulatus*, *H. nimbae*, *H. picturatus*, *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *K. cochranæ*, *P. francisci*, *P. fraterculus*, *P. gutturosus*, *P. latifrons*, *P. natalensis*, *X. tropicalis*, *P. bibroni*, *P. longirostris*, *P. oxyrhynchus*, *P. pujoli*, *P. pumilio*, *P. tournieri*, *P. stenocephala*, *Ptychadena arnei*, *A. albolabris* et *C. rufescens* sont rencontrées exclusivement dans les habitats clairsemés et les habitats ouverts à la périphérie.

Le tableau IV présente également les fréquences d'apparition (espèces constantes, accessoires et accidentelles) des espèces d'amphibiens anoures rencontrées dans les différents habitats. Ces fréquences indiquent que les habitats ouverts à la périphérie ont la plus forte proportion d'espèces constantes (47,37 % ; N= 27). Ils sont suivis par les habitats clairsemés et les habitats fermés (respectivement, 22,80 % ; N= 13 et 21,05 % ; N= 12), par contre, les

.....  
habitats ouverts de la savane enregistrent la plus faible proportion d'espèces constantes (8,77 % ; N= 5).

Concernant la proportion des espèces accessoires, la plus importante est enregistrée dans les habitats clairsemés (75 % ; N= 12). Ce sont : *C. rufescens*, *H. chlorosteus*, *H. Concolor*, *H. fusciventris*, *H. picturatus*, *H. sylvaticus*, *L. spiritusnoctis*, *L. viridis*, *P. bibroni*, *P. pumilio*, *P. longirostris* et *S. maculata*. Au niveau des habitats ouverts à la périphérie, trois espèces sont accessoires. Il s'agit de *H. sylvaticus*, *A. poecilonotus* et *P. tournieri*. Par ailleurs, *Leptopelis macrotis* est la seule espèce accessoire observée dans les habitats fermés et aucune espèce accessoire n'a été rencontrée dans les habitats ouverts de la savane.

En ce qui concerne la proportion des espèces accidentelles, les habitats clairsemés enregistrent dix espèces. Ce sont : *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *K. cochranæ*, *P. fraterculus*, *P. natalensis*, *Ptychadena arnei*, *P. oxyrhynchus*, *P. pujoli*, *P. tournieri* et *X. tropicalis*. Ils sont suivis par cinq et trois espèces accidentelles observées respectivement dans les habitats ouverts de la savane (23,8 %) et des habitats fermés (19,53 %). Il s'agit respectivement des espèces, *A. cruscum*, *A. occidentalis*, *H. occipitalis*, *H. chlorosteus* et *L. viridis* ; *L. occidentalis*, *A. poecilonotus* et *H. soror*. Cependant quatre espèces sont moyennement accidentelles dans les habitats ouverts à la périphérie (19,05 % ; N= 4). Ce sont : *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *Ptychadena arnei* et *C. rufescens*.

Toutefois, la valeur de l'indice de Sørensen de comparaisons calculé entre les habitats clairsemés et les habitats ouverts à la périphérie donne 0,94 (Tableau V). La valeur de l'indice de Sørensen calculée entre les habitats clairsemés et les autres habitats est inférieure à 50 %. De même, celle des habitats ouverts de la savane est inférieure à 50 % par rapport aux autres habitats de la RNIMN.

**Tableau IV** : Fréquence d'apparition des espèces d'amphibiens anoures dans les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Familles	Genre	Espèces	Habitats			
			HF	HC	HOp	HOs
<b>Arthroleptidae</b>	<i>Astylosternus</i>	<i>A.occidentalis</i>	***	-	-	*
	<i>Cardioglossa</i>	<i>C. occidentalis</i>	***	-	-	-
	<i>Leptopelis</i>	<i>L. macrotis</i>	**	-	-	-
		<i>L. occidentalis</i>	*	-	-	-
		<i>L. spiritusnoctis</i>	***	**	-	-
		<i>L. viridis</i>	-	***	***	*
	<i>Arthroleptis</i>	<i>A. cruscolum</i>	-	-	-	*
<i>A. poecilonotus.</i>		*	***	**	-	
<b>Bufonidae</b>	<i>Nimbaphrynoides</i>	<i>N. occidentalis</i>	-	-	-	***
	<i>Sclerophrys</i>	<i>S. maculata</i>	-	**	***	-
		<i>S. regularis</i>	-	-	***	-
		<i>S. togoensis</i>	-	***	***	-
<b>Conrauidae</b>	<i>Conraua</i>	<i>C. alleni</i>	***	-	-	-
<b>Dicroglossidae</b>	<i>Hoplobatrachus</i>	<i>H. occipitalis</i>	-	-	***	*
<b>Hemisotidae</b>	<i>Hemisus</i>	<i>H. marmoratus</i>	-	***	***	-
<b>Hyperoliidae</b>	<i>Afrixalus</i>	<i>A. dorsalis</i>	-	***	***	-
		<i>A. fulvovittatus</i>	-	***	***	-
	<i>Hyperolius</i>	<i>H. chlorosteus</i>	***	**	-	*
		<i>H. concolor</i>	-	**	***	-
		<i>H. fusciventris</i>	-	**	***	-
		<i>H. guttulatus</i>	-	***	***	-
		<i>H. lamottei</i>	-	-	-	***
		<i>H. nimbae</i>	-	***	***	-
		<i>H. picturatus</i>	-	**	***	-
		<i>H. soror.</i>	*	-	-	-
		<i>H. sylvaticus</i>	-	*	*	-
		<i>Hyperolius sp.</i>	-	*	*	-
<i>Kassina</i>	<i>K. cochranae</i>	-	*	***	-	

**Tableau IV** (suite et fin) : Fréquence d'apparition (F) des espèces d'amphibiens anoures dans les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Familles	Genre	Espèces	Habitats					
			HF	HC	HOp	HOs		
<b>Odontobatrachidae</b>	<i>Odontobatrachus</i>	<i>O. arndti</i>	***	-	-	-		
		<i>P. alleni</i>	***	-	-	-		
		<i>P. annulatus</i>	***	-	-	-		
		<i>P. francisci</i>	-	***	***	-		
		<i>P. fraterculus</i>	-	*	***	-		
		<i>P. guineensis</i>	***	-	-	-		
		<b>Phrynobatrachidae</b>	<i>Phrynobatrachus</i>	<i>P. guttuerosus</i>	-	***	***	-
				<i>P. latifrons</i>	-	***	***	-
				<i>P. liberiensis</i>	***	-	-	-
<i>P. natalensis</i>	-			*	***	-		
<i>P. phyllophilus</i>	***			-	-	-		
<i>P. tokba</i>	***			-	-	***		
<b>Pipidae</b>	<i>Xenopus</i>	<i>X. tropicalis</i>	-	*	***	-		
		<i>Ptychadena arnei</i>	-	*	*	-		
		<i>P. bibroni</i>	-	**	***	-		
		<i>P. longirostris</i>	-	**	***	-		
		<i>P. oxyrhynchus</i>	-	*	***	-		
		<i>P. pujoli</i>	-	*	***	-		
		<b>Ptychadenidae</b>	<i>Ptychadena</i>	<i>P. pumilio</i>	-	**	***	-
				<i>P. retropunctata</i>	-	-	-	***
				<i>P. stenocephala</i>	-	***	***	-
				<i>P. submascareniensis</i>	-	-	-	***
<i>P. tournieri</i>	-			*	**	-		
<b>Ranidae</b>	<i>Amnirana</i>	<i>A. albolabris</i>	-	***	***	-		
<b>Rhacophoridae</b>	<i>Chiromantis</i>	<i>C. rufescens</i>	-	**	*	-		
12	18	53	16	33	33	10		

HF = Habitats Fermés, HC = Habitats Clairsemés, HOp = Habitats Ouverts à la périphérie, HOs = Habitats Ouverts de la savane ; \* = espèces accidentelles (F < 25 %) ; \*\* = espèces accessoires (25 % < F < 50 %) ; \*\*\* = espèces constantes (F > 50 %) ; - = espèces absentes.

**Tableau V** : Valeurs de l'indice de Sørensen de comparaisons des types d'habitats abritant les anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

	HF	HC	HOp	HOs
HC	0,13	-	0,94	0
HOp	0,04	0,94	-	0,05
HOs	0,08	0	0,05	-

HF = Habitats Fermés, HC = Habitats Clairsemés, HOp = Habitats Ouverts à la périphérie, HOs = Habitats Ouverts de la savane

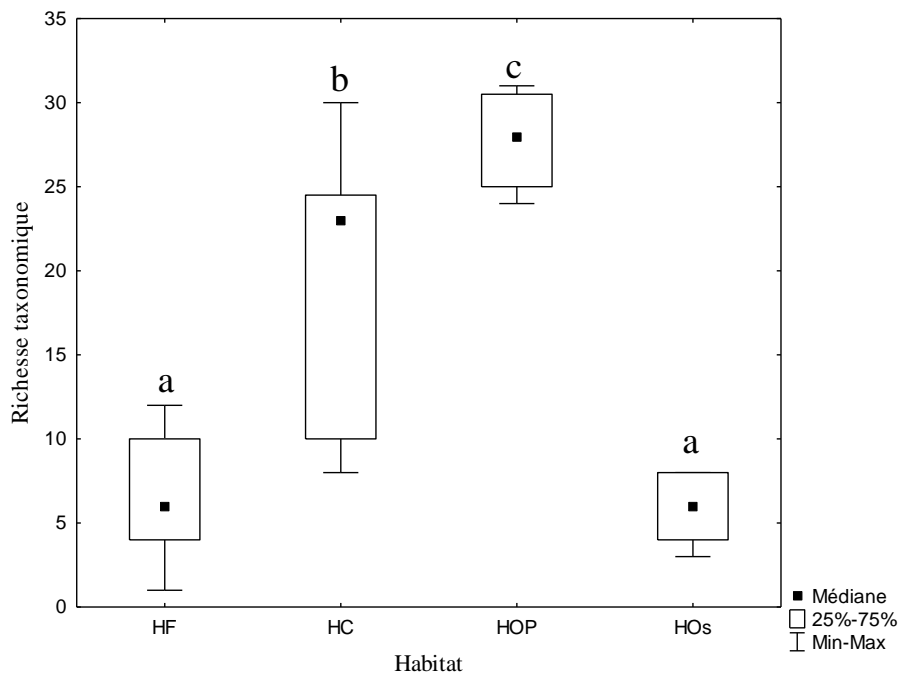
### **III-1-3-2- Variations spatiale et saisonnière des amphibiens anoures des différents habitats**

#### **III-1-3-2-1- Richesse spécifique des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

L'analyse des résultats de la variation de la richesse spécifique des anoures des différents habitats (Figure 27) montre une différence significative (Test de Scheffé,  $p < 0,05$ ). Les plus fortes richesses spécifiques des anoures ont été observée dans les habitats ouverts à la périphérie (24 à 32 espèces). Il est suivi par les habitats clairsemés (8 à 32 espèces). Alors que les plus faibles richesses spécifiques des anoures ont été notées dans les habitats fermés et les habitats ouverts de la savane (respectivement, 1 à 12 et 3 à 10 espèces).

Par ailleurs, le tableau VI montre une homogénéité entre la saison pluvieuse et la saison sèche dans les habitats fermés et les habitats ouverts de la savane. Cependant, la comparaison deux à deux du test de Mann-Whitney indique une différence significative entre la saison pluvieuse et la saison sèche dans ces deux types d'habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. Ainsi, pendant la saison pluvieuse, tous les habitats ont une richesse spécifique plus élevée que durant la saison sèche.





**Figure 27** : Variations de la richesse taxonomique selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

HF = Habitats Fermés ; HC = Habitats Clairsemés ; HOP = Habitats Ouverts à la périphérie ; HOs = Habitats ouverts de la savane ; les valeurs affectées de la même lettre (a, b ou c) ne diffèrent pas significativement (Test de Scheffé ;  $p < 0,05$ ).

**Tableau VI** : Variations saisonnières de la richesse taxonomique moyenne selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

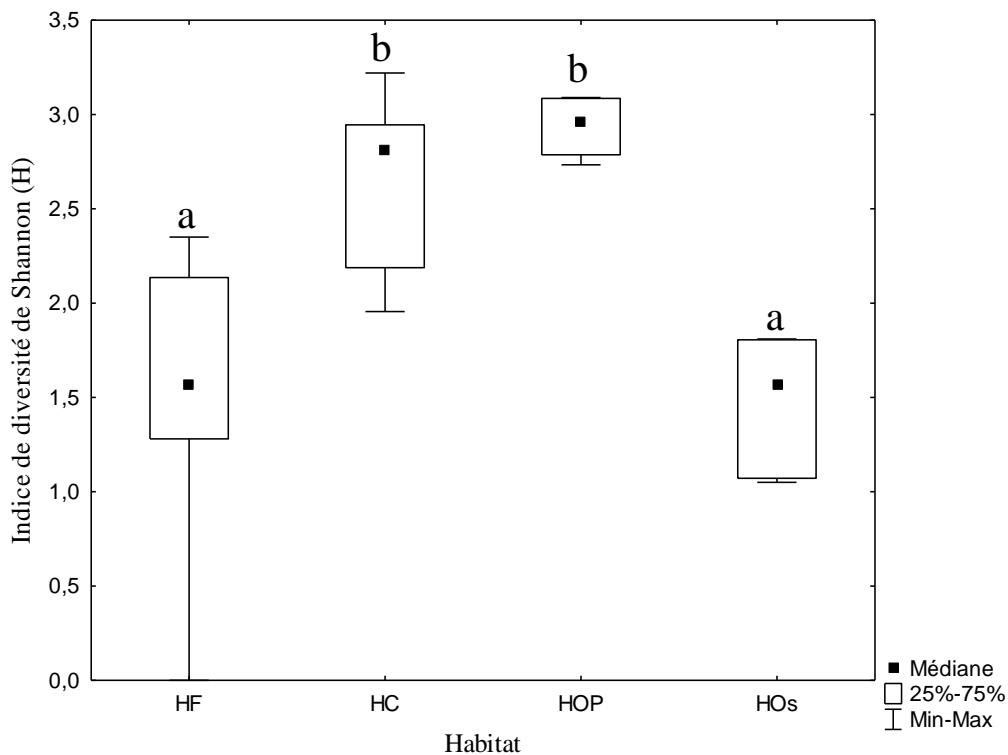
Habitats	Saisons	
	Saison pluvieuse	Saison sèche
Habitats fermés	7,77 ± 0,90 <sup>a</sup>	5,22 ± 1,39 <sup>a</sup>
Habitats clairsemés	25,33 ± 1,11 <sup>a</sup>	11,83 ± 1,70 <sup>b</sup>
Habitats ouverts à la périphérie	30,50 ± 1,92 <sup>a</sup>	25,00 ± 2,95 <sup>ab</sup>
Habitats ouverts de la savane	5,66 ± 1,57 <sup>a</sup>	6,00 ± 2,41 <sup>a</sup>

Les valeurs des lignes affectées par la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney,  $P < 0,05$ ).

III-1-3-2-2- Indice de diversité de Shannon

L'analyse des résultats de la variation de l'indice de diversité de Shannon (H) indique une différence significative (Test de Scheffé ;  $p < 0,05$ ) entre les différents habitats (Figure 28). Cet indice est plus élevé dans les habitats ouverts à la périphérie (médiane 2,94). Il est suivi par celui obtenu dans les habitats clairsemés (médiane 2,61). Tandis qu'ils sont bas dans les habitats fermés (médiane 1,55) et les habitats ouverts de la savane (médiane 1,48).

Par ailleurs, le tableau VII indique une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $p = 0,009$ ) des variations saisonnières de l'indice moyen de diversité de Shannon (H) entre les différents habitats. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre la saison pluvieuse  $1,42 \pm 0,18$  et la saison sèche  $(1,53 \pm 0,35)$  au niveau des habitats ouverts de la savane (test LSD de Fisher,  $p = 0,2$ ).



**Figure 28** : Variation de l'indice de diversité de Shannon selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

HF = Habitats Fermés, HC = Habitats Clairsemés ; HOP = Habitats Ouverts à la périphérie, HOs = Habitats ouverts de la savane ; les valeurs affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Scheffé ;  $p < 0,05$ ).

**Tableau VII** : Variations saisonnières de l'indice moyen de diversité de Shannon selon les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

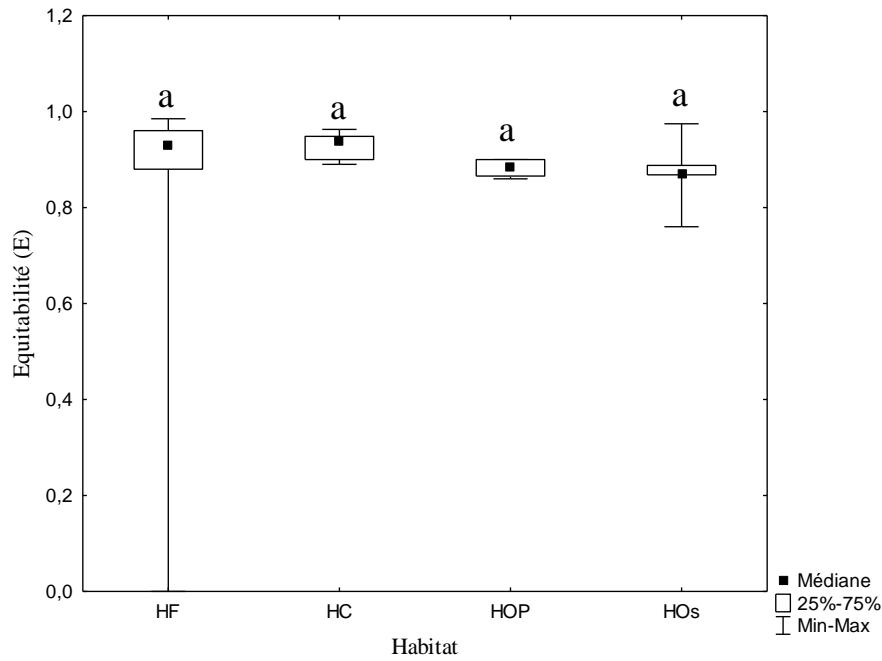
Habitats	Saisons	
	Saison pluvieuse	Saison sèche
Habitats fermés	1,79 ± 0,11 <sup>ab</sup>	1,32 ± 0,20 <sup>a</sup>
Habitats clairsemés	2,94 ± 0,13 <sup>c</sup>	2,28 ± 0,25 <sup>abc</sup>
Habitats ouverts à la périphérie	3,08 ± 0,23 <sup>bc</sup>	2,79 ± 0,43 <sup>abc</sup>
Habitats ouverts de la savane	1,42 ± 0,18 <sup>ab</sup>	1,53 ± 0,35 <sup>ab</sup>

Les valeurs des lignes affectées de la même lettre (a, b ou c) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney,  $P > 0,05$ )

### **III-1-3-2-3- Equitabilité**

Les valeurs de l'équitabilité (E) sont dans l'ensemble plus élevées dans les différents habitats (Figure 29). Cependant, l'équitabilité ne varie pas de façon significative d'un habitat à l'autre (Test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ). Cet indice est plus important dans les habitats clairsemés (médiane supérieure à 0,90) et moins important dans les habitats fermés, les habitats ouverts à la périphérie et les habitats ouverts de la savane où les médianes respectives sont inférieures à 0,89.

Par ailleurs, les valeurs de l'équitabilité ne varient pas significativement d'une saison à l'autre (Test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ) dans l'ensemble des habitats (Tableau XIII).



**Figure 29** : Variation de l'équitabilité selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

HF = Habitats Fermés, HC = Habitats Clairsemés ; HOP = Habitats Ouverts à la périphérie ; HOs = Habitats Ouverts de la savane ; les valeurs affectées de la même lettre (a) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal Wallis ;  $p = 0,07$ ).

**Tableau VIII** : Variations saisonnières de l'équitabilité selon les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Habitats	Saisons	
	Saison pluvieuse	Saison sèche
Habitats fermés	$0,90 \pm 0,02^a$	$0,85 \pm 0,08^a$
Habitats clairsemés	$0,91 \pm 0,02^a$	$0,95 \pm 0,09^a$
Habitats ouverts à la périphérique	$0,90 \pm 0,03^a$	$0,87 \pm 0,16^a$
Habitats ouverts de la savane	$0,83 \pm 0,03^a$	$0,91 \pm 0,13^a$

Les valeurs affectées de la même lettre (a) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal Wallis ;  $p = 0,07$ ).

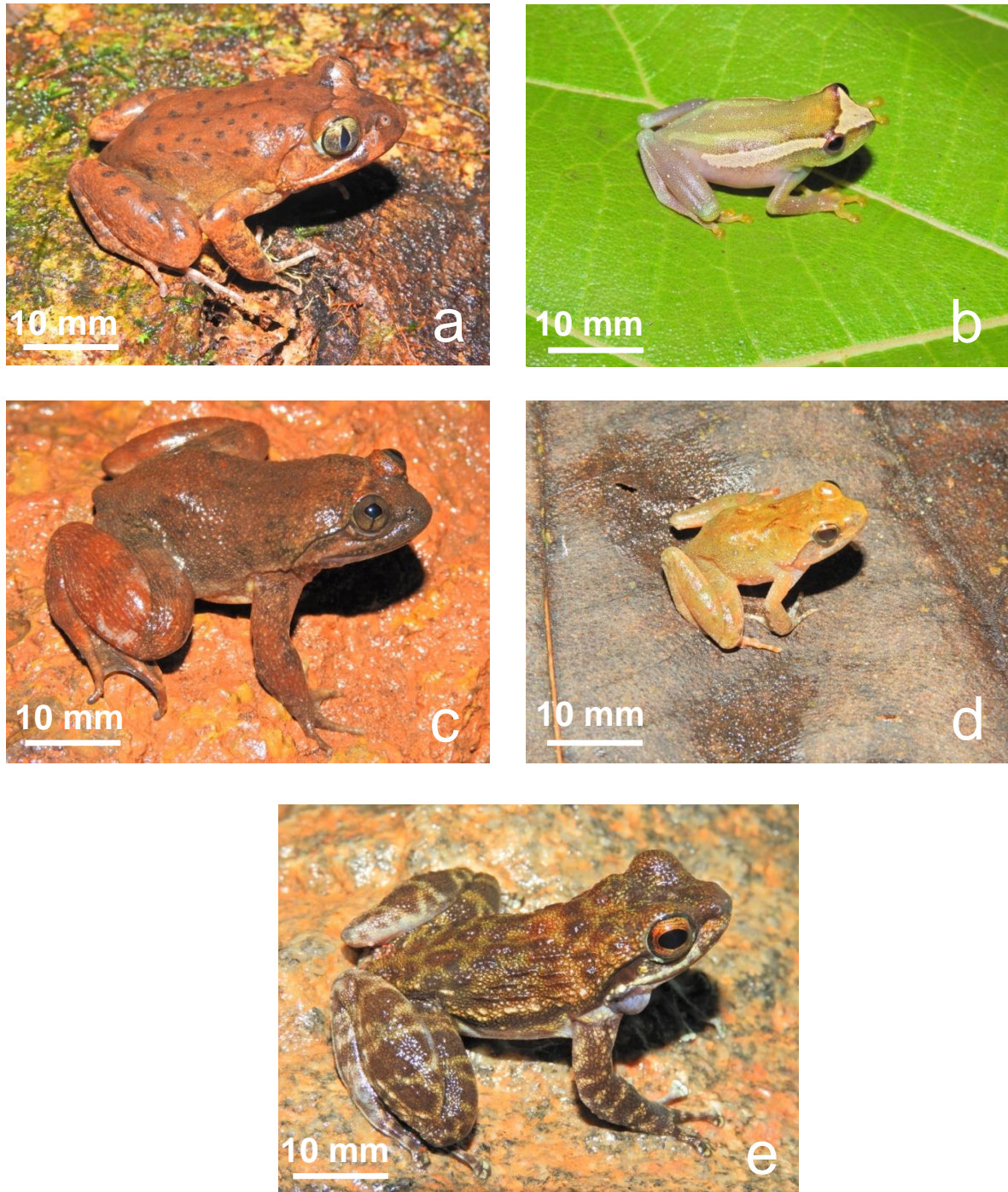
**III-1-3-3- Abondance relative des amphibiens anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

**III-1-3-3-1- Abondance des anoures selon les habitats**

Le tableau IX présente l'abondance relative des amphibiens anoures collectés dans les habitats fermés. Les Phrynobatrachidae (32,23 % ; N= 591) et les Arthroleptidae (22,87 % ; N= 419) sont les familles les plus abondantes. Elles sont suivies par les Odontobatrachidae et des Conrauidae avec respectivement 18,82 % ; N= 345 et 17,02 % ; N= 312, par contre, les Hyperoliidae (9,06 %) sont les moins abondantes. Concernant les espèces collectées dans ces habitats, *Odontobatrachus arndti* (18,82 % ; N= 345) et *Conraua alleni* (17,02 % ; N= 312) sont des espèces les plus dominantes, tandis que *Leptopelis occidentalis* et *Hyperolius soror* sont des espèces les moins abondantes (0,22 % ; N= 4 par espèce). La figure 30 présente un spécimen de chaque famille.

**Tableau IX** : Abondance relative des amphibiens anoures des habitats fermés (HF) échantillonnés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Espèces	Total N= 1833	Abondance dans les habitats fermés (%)	
		Espèce	Famille
<b>Arthroleptidae</b>			
<i>Arthroleptis poecilonotus</i> .	35	1,90	
<i>Astylosternus occidentalis</i>	146	7,96	
<i>Cardioglossa occidentalis</i>	92	5,01	22,87
<i>Leptopelis macrotis</i>	59	3,21	
<i>Leptopelis occidentalis</i>	4	0,22	
<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>	83	4,57	
<b>Hyperoliidae</b>			
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	162	8,84	9,06
<i>Hyperolius soror</i> .	4	0,22	
<b>Odontobatrachidae</b>			
<i>Odontobatrachus arndti</i>	345	18,82	18,82
<b>Conrauidae</b>			
<i>Conraua alleni</i>	312	17,02	17,02
<b>Phrynobatrachidae</b>			
<i>Phrynobatrachus alleni</i>	32	1,74	
<i>Phrynobatrachus annulatus</i>	70	3,82	
<i>Phrynobatrachus guineensis</i>	75	4,09	32,23
<i>Phrynobatrachus liberiensis</i>	192	10,47	
<i>Phrynobatrachus phyllophilus</i>	60	3,27	
<i>Phrynobatrachus tokba</i>	162	8,84	



**Figure 30** : Spécimens d'anoures des habitats fermés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

a= *Astylosternus occidentalis* ; b= *Hyperolius chlorosteus* ; c= *Odontobatrachus arndti* ; d= *Phrynobatrachus liberiensis* ; e= *Conraua alleni*.

.....

L'abondance des espèces d'amphibiens anoures dans les habitats clairsemés est dominée par les Hyperoliidae (34,86 % ; N= 770) (Tableau X). Les Phrynobatrachidae (18,75 % ; N= 414), les Ptychadenidae (16,80 % ; N= 371), et les Arthroleptidae (14,5 % ; N= 303) sont les familles relativement abondantes. Cependant, les familles les moins abondantes sont les Hemisotidae (3,35 % ; N= 74), les Rhacophoridae (1,00 % ; N= 22) et les Pipidae (0,76 % ; N= 16). Au niveau taxonomique, *Hyperolius nimbae* (8,29 % ; N= 183), *Arthroleptis poecilonotus* (7,39 % ; N= 163) et *Phrynobatrachus latifrons* (7,25 % ; N= 160) sont les espèces les plus abondantes. Toutefois, *Hyperolius chlorosteus*, *Phrynobatrachus fraterculus*, *Xenopus tropicalis* (0,72 % ; N= 16 par espèce) et *Hyperolius* sp. (0,4 % ; N= 9) sont les moins abondantes. La figure 31 illustre un spécimen de chaque famille excepté les familles monospécifiques déjà citées.

L'abondance des espèces d'amphibiens anoures dans les habitats ouverts de la périphérie est consignée dans le tableau XI. Le peuplement des espèces d'amphibiens anoures est dominé par les Phrynobatrachidae (29,49 % ; N= 1160), les Hyperoliidae (27,15 % ; N= 1068) et les Ptychadenidae (55,88% ; N= 1035). A l'opposé, la famille des Rhacophoridae (0,26 % ; N= 10) est la moins abondante. Au niveau des taxons, les plus importants sont *Phrynobatrachus latifrons* (19,27 % ; N= 758) et *Hoplobatrachus occipitalis* (6,59 % ; N= 259) tandis que, les taxons les plus faibles sont *Sclerophrys regularis* (0,89 % ; N= 35), *Ptychadena arnei* (0,58 % ; N= 23), *Hyperolius* sp. (0,28 % ; N= 11) et *Chiromantis rufescens* (0,26 % ; N= 10). La figure 32 illustre un spécimen de chaque famille. Cependant, les familles monospécifiques déjà citées ne sont plus illustrées.

Le tableau XII indique l'abondance relative des espèces d'amphibiens anoures dans les habitats ouverts de la savane. Ces habitats sont majoritairement dominés par la famille des Hyperoliidae (22,38 % ; N= 638) et Ptychadenidae (19,21% ; N= 546). Les familles relativement abondantes sont les Bufonidae (16,89 % ; N= 480), les Dicroglossidae (15,90 % ; N= 452) et les Phrynobatrachidae (14,50 % ; N= 412). Par contre, la famille moins abondante est Arthroleptidae (1,21 % ; N= 36). En ce qui concerne la taxonomie, l'espèce *Hyperolius lamottei* (18,97 % ; N= 539) domine largement le peuplement d'anoures. Elle est suivie par *N. occidentalis* (16,89 % ; N= 480), *P. submascareniensis* (16,08 % ; N= 457) et *P. tokba* (14,5 % ; N= 412), tandis que l'espèce la moins abondante est *Leptopelis viridis* (2,04 % ; N= 58). La figure 33, présente un spécimen de chaque famille à l'instar des familles ayant une seule espèce.

**Tableau X** : Abondance relative des amphibiens anoures des habitats clairsemés (HC) de la RNIMN.

Espèces	Total N= 2206	Abondance dans HC (%)	
		Espèce	Famille
<b>Arthroleptidae</b>			
<i>Arthroleptis poecilnotus.</i>	163	7,39	
<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>	22	1,00	13,74
<i>Leptopelis viridis</i>	118	5,35	
<b>Bufonidae</b>			
<i>Sclerophrys maculata</i>	70	3,17	5,75
<i>Sclerophrys togoensis</i>	57	2,58	
<b>Hemisotidae</b>			
<i>Hemisis marmoratus</i>	74	3,35	3,35
<b>Hyperoliidae</b>			
<i>Afrixalus dorsalis</i>	111	5,03	
<i>Afrixalus fulvovittatus</i>	101	4,58	
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	16	0,72	
<i>Hyperolius concolor</i>	80	3,63	
<i>Hyperolius fusciventris</i>	70	3,17	
<i>Hyperolius guttulatus</i>	102	4,62	34,86
<i>Hyperolius nimba</i>	183	8,29	
<i>Hyperolius picturatus</i>	45	2,03	
<i>Hyperolius sylvaticus</i>	30	1,35	
<i>Hyperolius sp.</i>	9	0,40	
<i>Kassina cochranæ</i>	23	1,04	
<b>Phrynobatrachidae</b>			
<i>Phrynobatrachus francisci</i>	83	3,76	
<i>Phrynobatrachus fraterculus</i>	16	0,72	
<i>Phrynobatrachus guttuosus</i>	100	4,53	18,75
<i>Phrynobatrachus latifrons</i>	160	7,25	
<i>Phrynobatrachus natalensis</i>	55	2,49	
<b>Pipidae</b>			
<i>Xenopus tropicalis</i>	16	0,72	0,72
<b>Ptychadenidae</b>			
<i>Ptychadena arnei</i>	32	1,45	
<i>Ptychadena bibroni</i>	52	2,35	
<i>Ptychadena longirostris</i>	53	2,40	
<i>Ptychadena oxyrhynchus</i>	36	1,63	
<i>Ptychadena pujoli</i>	22	1,00	16,80
<i>Ptychadena pumilio</i>	36	1,63	
<i>Ptychadena stenocephala</i>	105	4,76	
<i>Ptychadena tournieri</i>	35	1,58	
<b>Ranidae</b>			
<i>Amnirana albolabris</i>	109	4,94	4,94
<b>Rhacophoridae</b>			
<i>Chiromantis rufescens</i>	22	1,00	1,00





**Figure 31** : Spécimens d'anoures des habitats clairsemés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

a = *Arthroleptis poecilonotus*. ; b = *Sclerophrys togoensis* ; c = *Hemisus marmoratus* ; d = *Hyperolus nimba* ; e = *Phrynobatrachus gutturosus* ; f = *Xenopus tropicalis* ; g = *Ptychadena stenocephala* ; h = *Amnirana albolabris* ; i = *Chiromantis rufescens*.

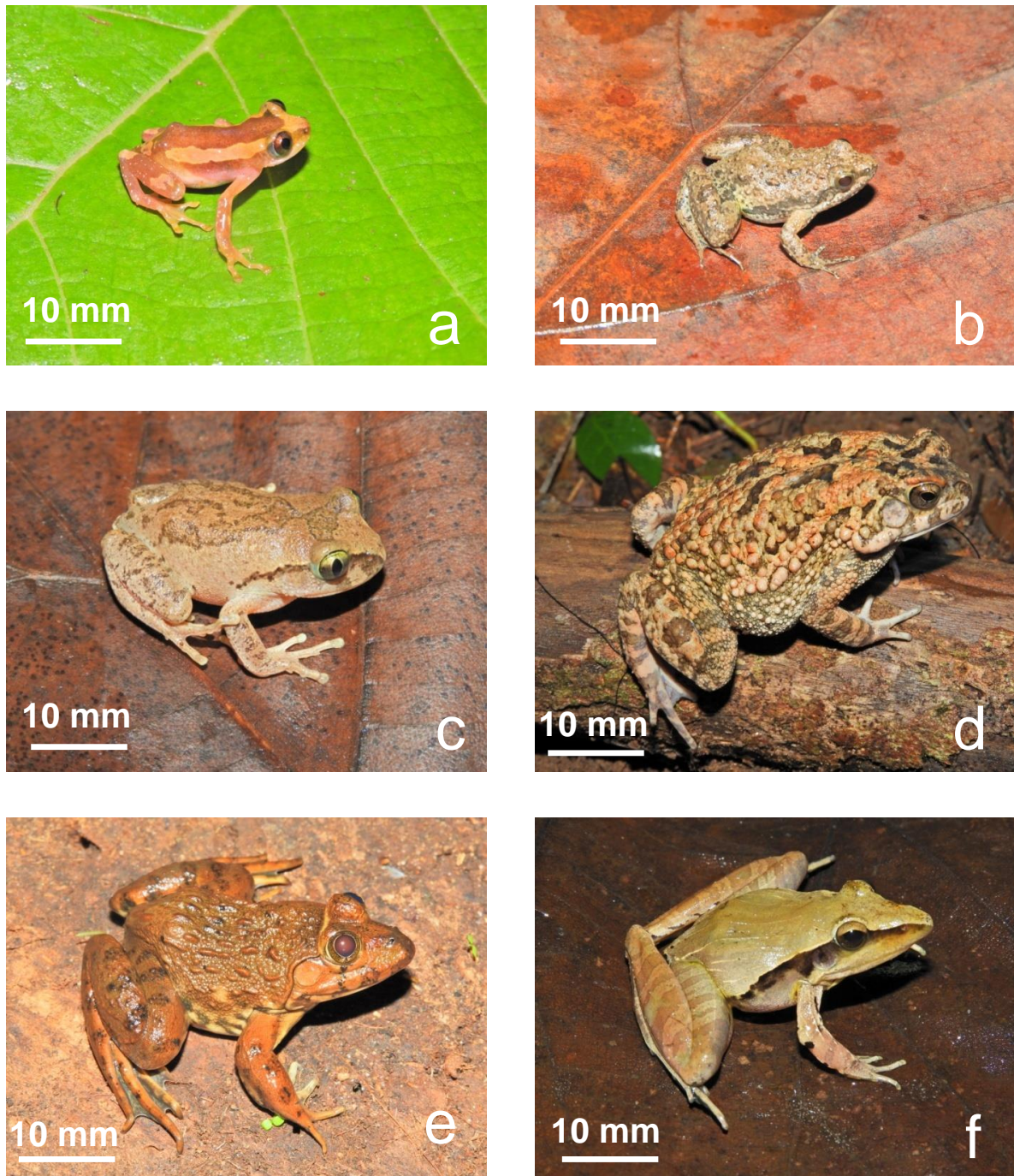
**Tableau XI** : Abondance relative des amphibiens anoures échantillonnés dans les habitats ouverts à la périphérie (HOp) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Espèces	Total N= 3935	Abondance dans HOp (%)	
		Espèce	Famille
<b>Arthroleptidae</b>			
<i>Arthroleptis poecilonotus</i> .	50	1,27	3,78
<i>Leptopelis viridis</i>	99	2,51	
<b>Bufonidae</b>			
<i>Sclerophrys maculata</i>	193	4,90	
<i>Sclerophrys regularis</i>	35	0,89	7,89
<i>Sclerophrys togoensis</i>	83	2,10	
<b>Dicroglossidae</b>			
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	259	6,59	6,59
<b>Hemisotidae</b>			
<i>Hemisis marmoratus</i>	78	1,99	1,99
<b>Hyperoliidae</b>			
<i>Afrivalus dorsalis</i>	168	4,27	
<i>Afrivalus fulvovittatus</i>	119	3,02	
<i>Hyperolius concolor</i>	150	3,82	
<i>Hyperolius fusciventris</i>	157	3,99	
<i>Hyperolius guttulatus</i>	158	4,01	27,15
<i>Hyperolius nimbae</i>	136	3,46	
<i>Hyperolius picturatus</i>	63	1,60	
<i>Hyperolius sylvaticus</i>	46	1,17	
<i>Hyperolius sp.</i>	11	0,28	
<i>Kassina cochranæ</i>	60	1,53	
<b>Phrynobatrachidae</b>			
<i>Phrynobatrachus francisci</i>	72	1,83	
<i>Phrynobatrachus fraterculus</i>	50	1,27	
<i>Phrynobatrachus gutturosus</i>	173	4,40	29,49
<i>Phrynobatrachus latifrons</i>	758	19,27	
<i>Phrynobatrachus natalensis</i>	107	2,72	

.....  
**Tableau XI** (suite et fin) : Abondance relative des amphibiens anoures échantillonnés dans les habitats ouverts à la périphérie (HOp) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Espèces	Total N= 3935	Abondance dans HOp (%)	
		Espèce	Famille
<b>Pipidae</b>			
<i>Xenopus tropicalis</i>	84	2,14	2,14
<b>Ptychadenidae</b>			
<i>Ptychadena arnei</i>	23	0,58	
<i>Ptychadena bibroni</i>	118	3	
<i>Ptychadena longirostris</i>	125	3,18	
<i>Ptychadena oxyrhynchus</i>	120	3,05	
<i>Ptychadena pujoli</i>	78	1,98	18,16
<i>Ptychadena pumilio</i>	92	2,34	
<i>Ptychadena tournieri</i>	55	1,39	
<i>Ptychadena stenocephala</i>	104	2,64	
<b>Ranidae</b>			
<i>Amnirana albolabris</i>	101	2,57	2,57
<b>Rhacophoridae</b>			
<i>Chiromantis rufescens</i>	10	0,26	0,26

HOp : Habitats Ouverts à la périphérie



**Figure 32:** Spécimens d'anoures des habitats ouverts à la périphérie de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

a= *Afrixalus dorsalis* ; b= *Phrynobatrachus latifrons* ; c= *Leptopelis viridis* ; d= *Sclerophrys maculata* ; e= *Hoplobatrachus occipitalis* ; f= *Ptychadena longirostris*.

**Tableau XII** : Abondance relative des amphibiens anoues échantillonnés dans les habitats ouverts de la savane (HOs) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Espèces	Total N= 2841	Abondance dans HOs (%)	
		Espèce	Famille
<b>Arthroleptidae</b>			
<i>Arthroleptis cruscolum</i>	122	4,29	4,29
<i>Astylosternus occidentalis</i>	135	6,74	
<i>Leptopelis viridis</i>	58	2,04	8,78
<b>Bufonidae</b>			
<i>Nimbaphrynoides occidentalis</i>	480	16,89	16,89
<b>Dicroglossidae</b>			
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	452	15,90	15,90
<b>Hyperoliidae</b>			
<i>Hyperolius lamottei</i>	539	18,97	
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	97	3,41	22,38
<b>Phrynobatrachidae</b>			
<i>Phrynobatrachus tokba</i>	412	14,50	14,50
<b>Ptychadenidae</b>			
<i>Ptychadena retropunctata</i>	89	3,13	
<i>Ptychadena submascareniensis</i>	457	16,08	19,21

HOs : Habitats Ouverts de la savane



**Figure 33** : Spécimens d'anoures des habitats ouverts de la savane de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

a = *Nimbaphrynoides occidentalis* ; b = *Ptychadena submascareniensis* ; c = *Arthroleptis crusculum* ; d = *Phrynobatrachus tokba* ; e = *Hyperolius lamottei*.

.....  
**III-1-3-3-2- Variations saisonnières de l'abondance des familles en fonction des habitats**

Les variations saisonnières des familles des anoures dans les différents habitats sont illustrées par la figure 34. Cinq familles ont été observées pendant les deux saisons dans les habitats fermés. Les Phrynobatrachidae et les Arthroleptidae ont les abondances relatives les plus élevées avec respectivement 33,30 % (N= 463 et 22,44 % N= 312) durant la saison pluvieuse et 28,89 % (N= 128 et 24,15 % N= 107) pendant la saison sèche. Elles sont suivies par les Odontobatrachidae et les Conrauidae avec respectivement 17,98 % (N= 250) et 16,76 % (N= 233) durant la saison pluvieuse et 21,44 % (N= 95) et 17,83 % (N= 79) pendant la saison sèche. En revanche, les Hyperoliidae (9,49 % ; N= 132 et 7,67 % ; N= 34) représentent les familles les moins observées.

Dans les habitats clairsemés, neuf familles ont été échantillonnées. Parmi ces familles, les espèces de la famille des Pipidae et des Rhacophoridae n'ont pas été collectées durant la saison sèche. Les Hyperoliidae et les Phrynobatrachidae représentent respectivement pendant la saison pluvieuse, 35,32 % (N= 599) ; 17,16 % (N= 291) et durant la saison sèche 36,07 % (N= 171) ; 25,95 % (N= 123). Elles sont suivies par les Ptychadenidae et les Arthroleptidae avec respectivement 14,98 % (N= 254) ; 14,867 % (N= 252) pendant la saison pluvieuse et 17,09 % (N= 81) ; 10,76 % (N= 51) durant la saison sèche. En revanche, les Rhacophoridae (1,30 % ; N= 22) et les Pipidae (0,94 % ; N= 16) sont totalement absentes pendant la saison sèche.

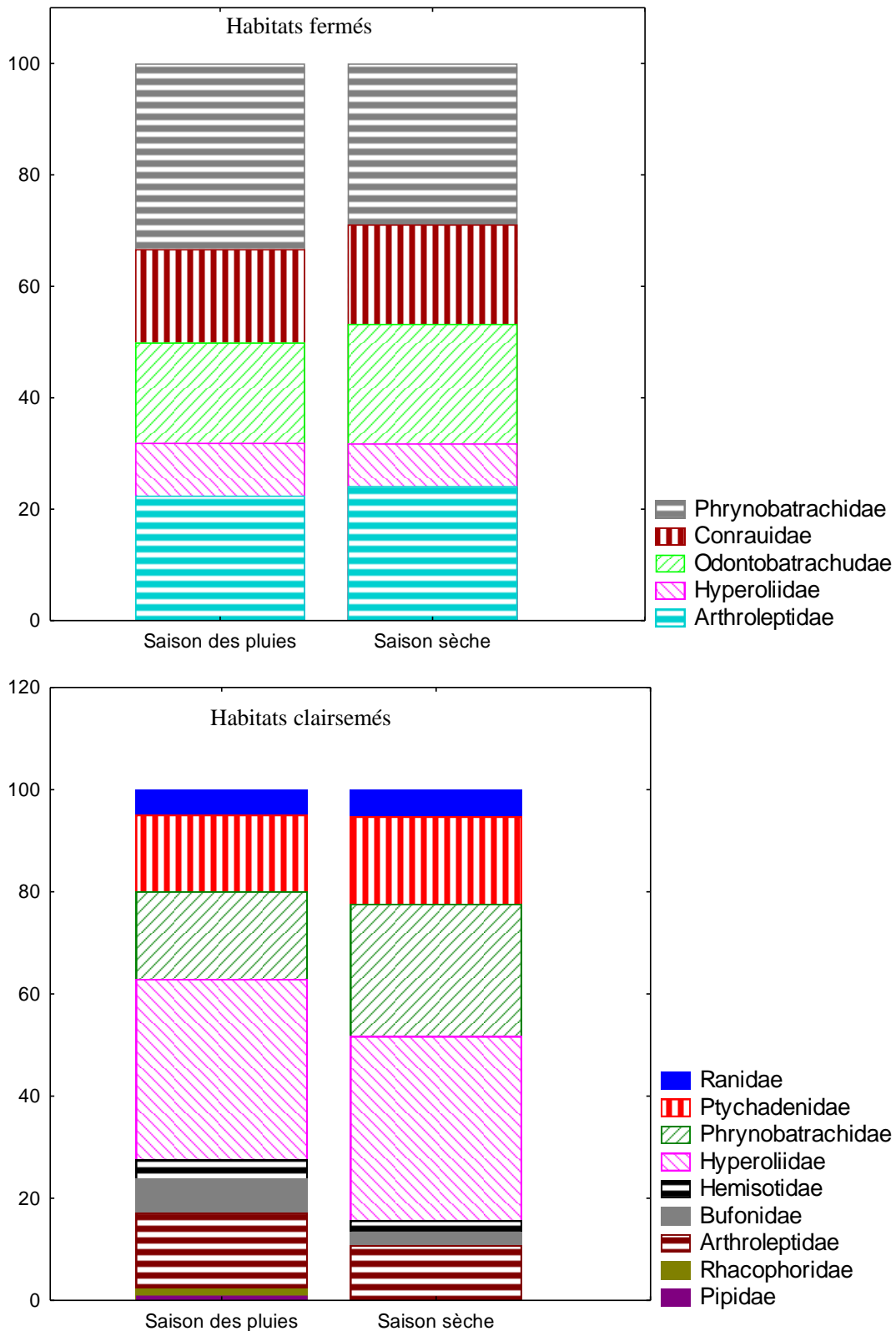
L'abondance saisonnière des différentes familles du peuplement des amphibiens échantillonné dans les habitats ouverts à la périphérie est caractérisée par une dominance des Phrynobatrachidae et Hyperoliidae avec respectivement 28,34 % (N= 725) ; 26,36 % (N= 673) pendant la saison pluvieuse et 33,72 % (N= 435) ; 30,62 % (N= 395) durant la saison sèche. Ces familles sont suivies par celles des Bufonidae et Dicroglossidae avec respectivement 8,70 % (N= 222) ; 6,11 % (N= 156) durant la saison pluvieuse et 6,90 % (N= 89) ; 7,98 % (N= 103) pendant la saison sèche. Cependant, la famille des Rhacophoridae (0,39 % ; N= 10) est moins représentative durant la saison pluvieuse et absente durant la saison sèche.

Enfin, dans les habitats ouverts de la savane l'abondance des familles est globalement dominée par les Ptychadenidae pendant les deux saisons. Cette famille représente 40,18 %

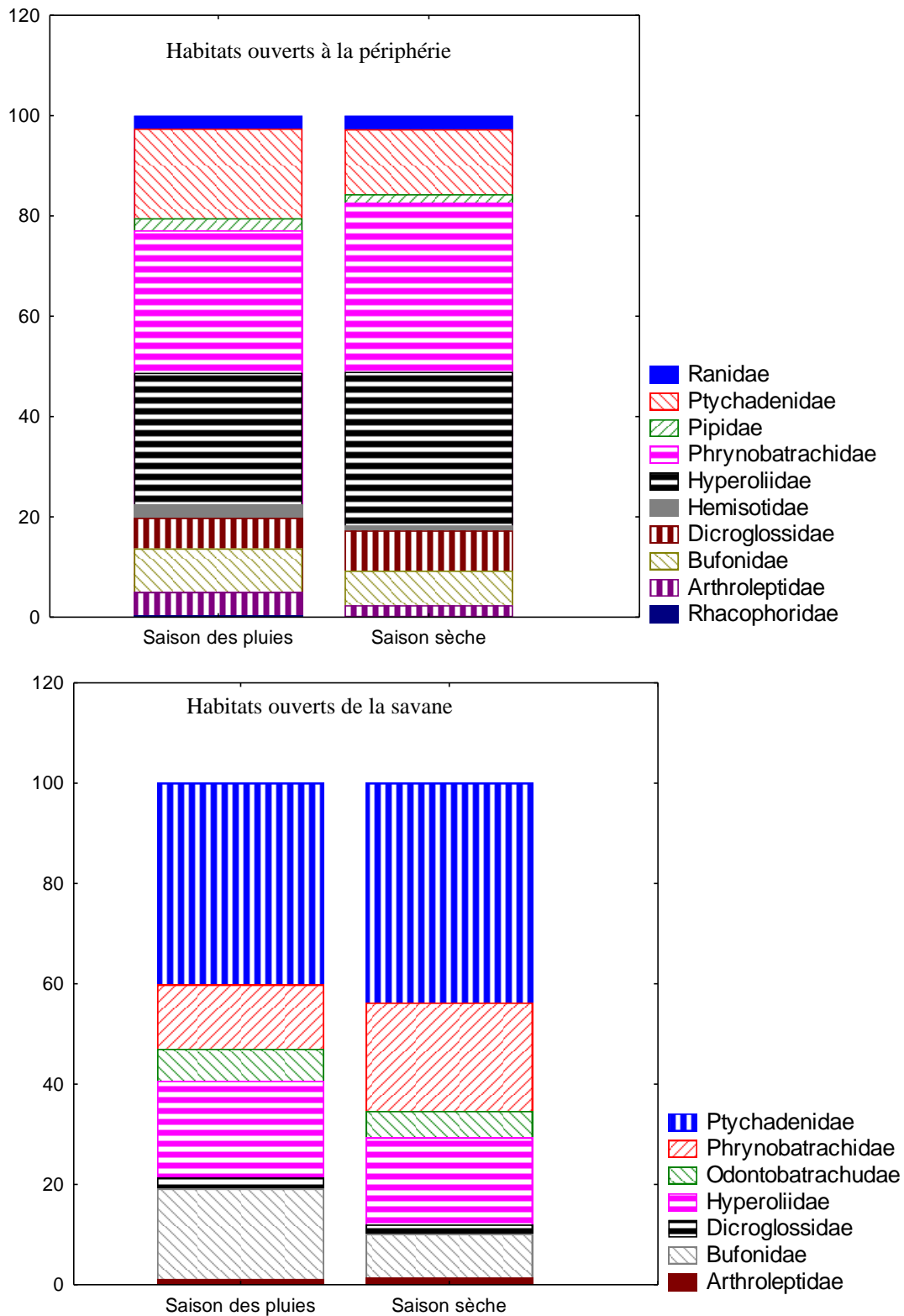
.....

(N= 959) pendant la saison pluvieuse et 43,74 % (N= 255) pendant la saison sèche. Toutefois, pendant la saison pluvieuse, la famille des Hyperoliidae (19,61 % ; N= 459) et celle des Bufonidae (17,97 % ; N= 429) sont relativement abondantes, tandis que pendant la saison sèche, la famille des Phrynobatrachidae 21,61 % (N= 429) et celle des Hyperoliidae 17,32 % (N= 429) sont relativement représentatives. Quant aux Dicroglossidae et Arthroleptidae, elles sont moins représentatives avec respectivement 2,26 % (N= 28) ; 1,17 % (N= 28) en saison pluvieuse et 1,37 % (N= 88) ; 1,37 % (N= 8) pendant la saison sèche.





**Figure 34** : Abondance relative saisonnière des familles d'amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.



**Figure 34** (suite et fin) : Variations saisonnières des abondances relatives des familles d'amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

### III-1-3-3-3- Variations saisonnières de l'abondance des espèces en fonction des habitats

La figure 34 présente la variation saisonnière des abondances relatives des espèces dans les différents habitats. Sur l'ensemble des 53 espèces échantillonnées, 16 ont été capturées dans les habitats fermés. Les spécimens de *O. arndti* et ceux de *C. alleni* sont les plus abondants durant les deux saisons. Ils représentent respectivement 17,98 % (N= 250) ; 16,76 % (N= 233) en saison pluvieuse et 21,44 % (N= 95) ; 17,83 % (N= 79) en saison sèche. Pendant la saison pluvieuse, les spécimens de *P. liberiensis* (11,08 % ; N= 154) et ceux de *H. chlorosteus* (9,20 % ; N= 128) sont relativement plus abondants, tandis que ceux des *H. soror.* et *L. occidentalis* (0,28 % ; N= 4 par espèce) sont les moins abondants. Cependant, durant la saison sèche aucun individu de *A. poecilonotus.*, *H. soror.*, *L. occidentalis* et *P. phyllophilus* n'a été capturé.

Par ailleurs, au cours des deux saisons, 32 espèces ont été capturées dans les habitats clairsemés de la RNIMN. On observe une importante abondance des spécimens de *A. poecilonotus* et *H. nimbae* avec des pourcentages respectifs de 8,02 % (N= 136) et 8,96 % (N= 152) durant la saison pluvieuse. Elles sont suivies par ceux de *A. dorsalis* (5,54 % ; N= 94), de *A. fulvovittatus* (4,19 % ; N= 71), de *A. albolabris* (4,95% ; N= 84), de *H. guttulatus* (4,60 % ; N= 78), de *L. viridis* (5,95 % ; N= 101), de *P. latifrons* (6,78 % ; N= 115) et de *P. stenocephala* (4,18 % ; N= 71), tandis que les espèces moins abondantes sont *H. chlorosteus* (0,94 % ; N= 16), *Hyperolius* sp. (0,53 % ; N= 9), *L. spiritusnoctis*, (0,88 % ; N= 15), *P. fraterculus* (0,59 % ; N= 10) et *X. tropicalis* (0,94 % ; N= 16).

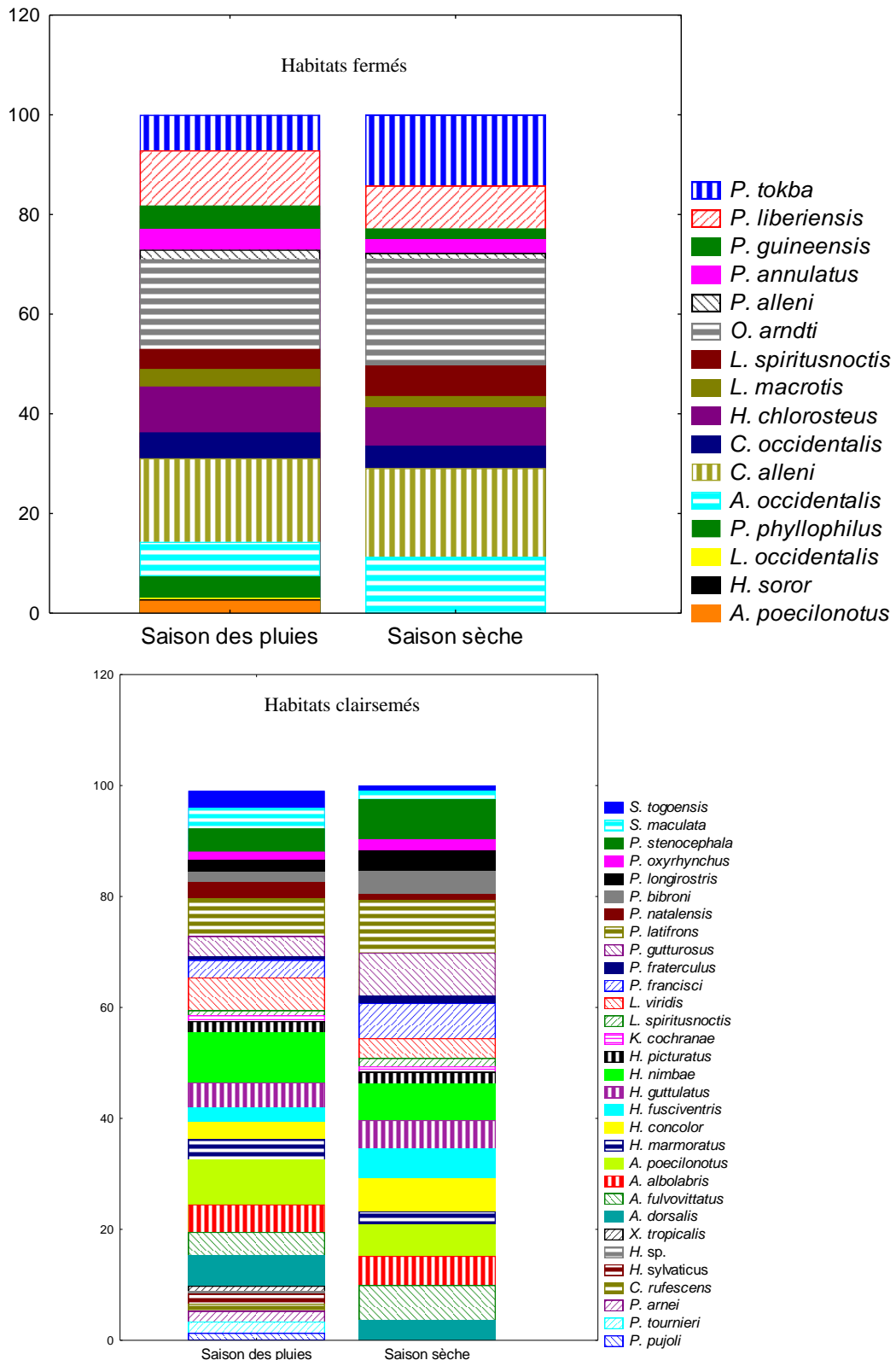
En revanche au niveau de la saison sèche, *A. Fulvovittatus* (6,33 % ; N= 30), *H. nimbae* (6,54 % ; N= 31), *P. francisci* (6,32 % ; N= 30), *P. gutturosus* (7,80 % ; N= 36), *P. latifrons* (9,50 % ; N= 45) et *P. stenocephala* (7,17 % ; N= 34) sont les espèces les plus prépondérantes. Les espèces relativement prépondérantes sont *A. albolabris* (5,27 % ; N= 25), *A. poecilonotus* (5,70 % ; N= 27), *H. concolor* (5,90 % ; N= 28) et *H. fusciventris* (5,48 % ; N= 26). Par contre, *C. rufescens*, *H. chlorosteus*, *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *P. pujoli*, *Ptychadena arnei*, *P. tournieri* et *X. tropicalis* qui étaient présentes en saison pluvieuse sont totalement absentes pendant la saison sèche.

Dans les habitats ouverts à la périphérie, 32 espèces ont été observées durant la saison pluvieuse contre 26 pendant la saison sèche. Au niveau de la saison pluvieuse, *P. latifrons* (17,00 % ; N= 434) est l'espèce la plus représentative. Elle est suivie par les espèces *H. occipitalis* (6,11 % ; N= 156), *H. guttulatus* (4,39 % ; N= 112), *H. nimbae*, (4,30 % ; N= 110), *A. dorsalis*, (4,11 % ; N= 105), *P. gutturosus*, (4,82 % ; N= 123) et *S. maculata* (5,09 % ; N= 130). Les espèces moins abondantes sont *C. rufescens* (0,39 % ; N= 10), *Hyperolius* sp. (0,43 % ; N= 11) et *Ptychadena arnei* (0,90 % ; N= 23).

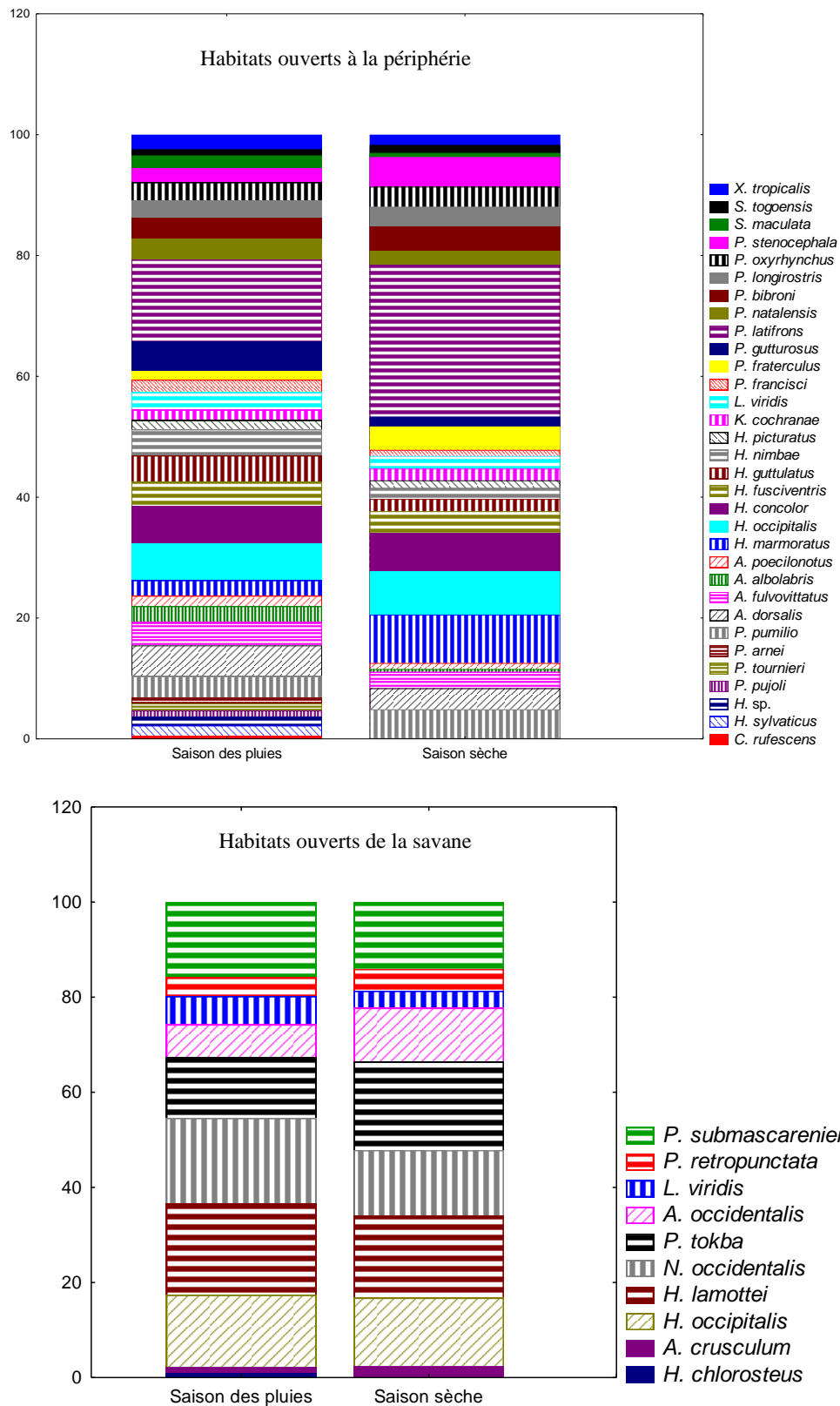
Concernant la saison sèche, les spécimens de *H. occipitalis*, *H. concolor*, *H. fusciventris* et *P. latifrons* avec des pourcentages respectifs de 7,98 % (N= 103), 7,20 % (N= 93), 6,36 % (N= 82) et 25,12 % (N= 324) sont les plus abondants. Elles sont suivies de *A. dorsalis*, *S. maculata* (4,88 % ; N= 63 individus par espèce) et *P. longirostris* (4,03 % ; N= 52). Cependant, les espèces telles que, *C. rufescens*, *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *P. pujoli*, *Ptychadena arnei*, et *P. tournieri* préalablement présentes durant la saison pluvieuse sont totalement absentes en saison sèche.

Enfin, l'analyse des effectifs des espèces dans les habitats ouverts de la savane indique que *H. lamottei* et *P. pumilio* avec respectivement 19,23 % (N= 459) ; 21,62 % (N= 516) en saison pluvieuse et 17,32 % (N= 101) ; 26,07 % (N= 152) pendant la saison sèche sont les plus abondantes, tandis que durant ces deux saisons, *A. cruscolum* et *H. occipitalis* avec des pourcentages respectifs de 1,17 % (N= 25) ; 2,26 % (N= 51) en saison pluvieuse) et 1,37 % (N= 8) ; 1,89 % (N= 11) en saison sèche, sont les moins abondantes.

Cependant, hormis l'espèce *N. occidentalis* (17,97 % ; N= 429) qui est abondante uniquement en saison pluvieuse, les espèces *P. submascareniensis* et *P. tokba* sont relativement abondantes aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche avec respectivement (15,71 % ; N= 375) ; (12,78 % ; N= 305) et (21,61 % ; N= 126) ; (14,06 % ; N= 82).



**Figure 44** : Variations saisonnières des abondances relatives des espèces d'amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.



**Figure 34** (suite et fin) : Abondance relative saisonnière des espèces d'amphibiens récoltés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

.....

**III-1-3-3-4- Déterminisme de la distribution spatio-temporelle des espèces d'anoures**

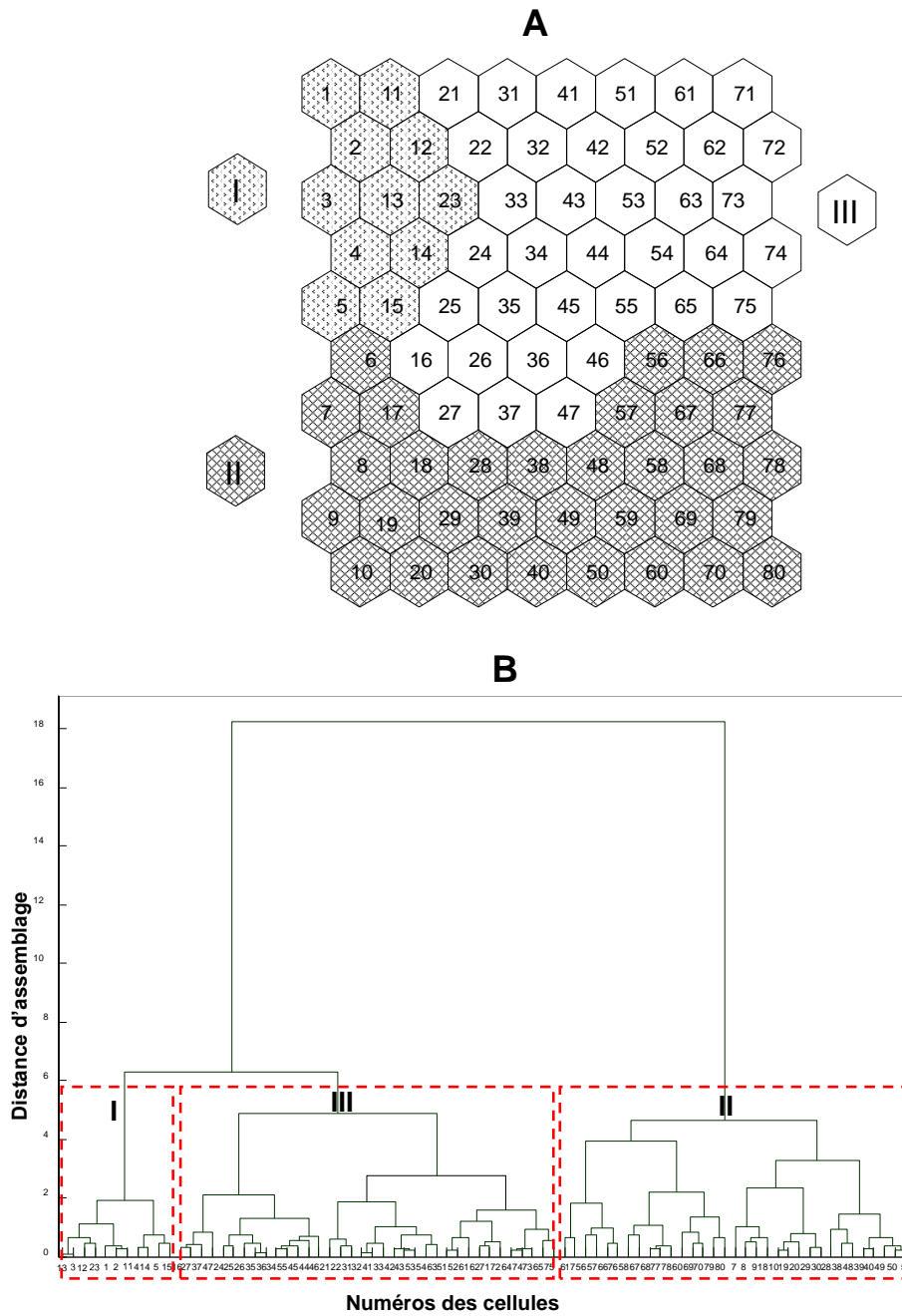
La carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) a permis de classer les espèces d'amphibiens issus de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en fonction de leur probabilité d'occurrence dans l'espace et dans le temps. La taille de la carte retenue comporte 80 cellules (10 lignes × 8 colonnes) car, à sa taille, les erreurs de quantification (0,679) et de topographie (0) sont les plus faibles. Ces erreurs respectives sont présentées dans le Tableau XIII.

La figure 35 présente les trois groupes matérialisés par des polygones de motifs différents. Le groupe I rassemble les populations d'amphibiens issus des transects T12, T14 et T16 (soit 100 % des habitats ouverts de la savane). Quant au groupe II, il est composé d'une part des populations des transects T11 et T20 issus des habitats ouverts à la périphérie et d'autre part des transects T5, T9, T10, T15, T17, T18 et T19 des habitats clairsemés. Le groupe III comprend les échantillons des transects T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T10 et T13 (soit 100 % des habitats fermés).

**Tableau XIII** : Différentes tailles de la carte auto-organisatrice de Kohonen et les erreurs quantitative correspondantes (la taille retenue est en gras) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Taille de la carte auto-organisatrice	9x9	10x7	10x8	11x7
Erreur quantitative	0,714	0,728	0,679	0,736
Erreur Topographique	0	0	0	0

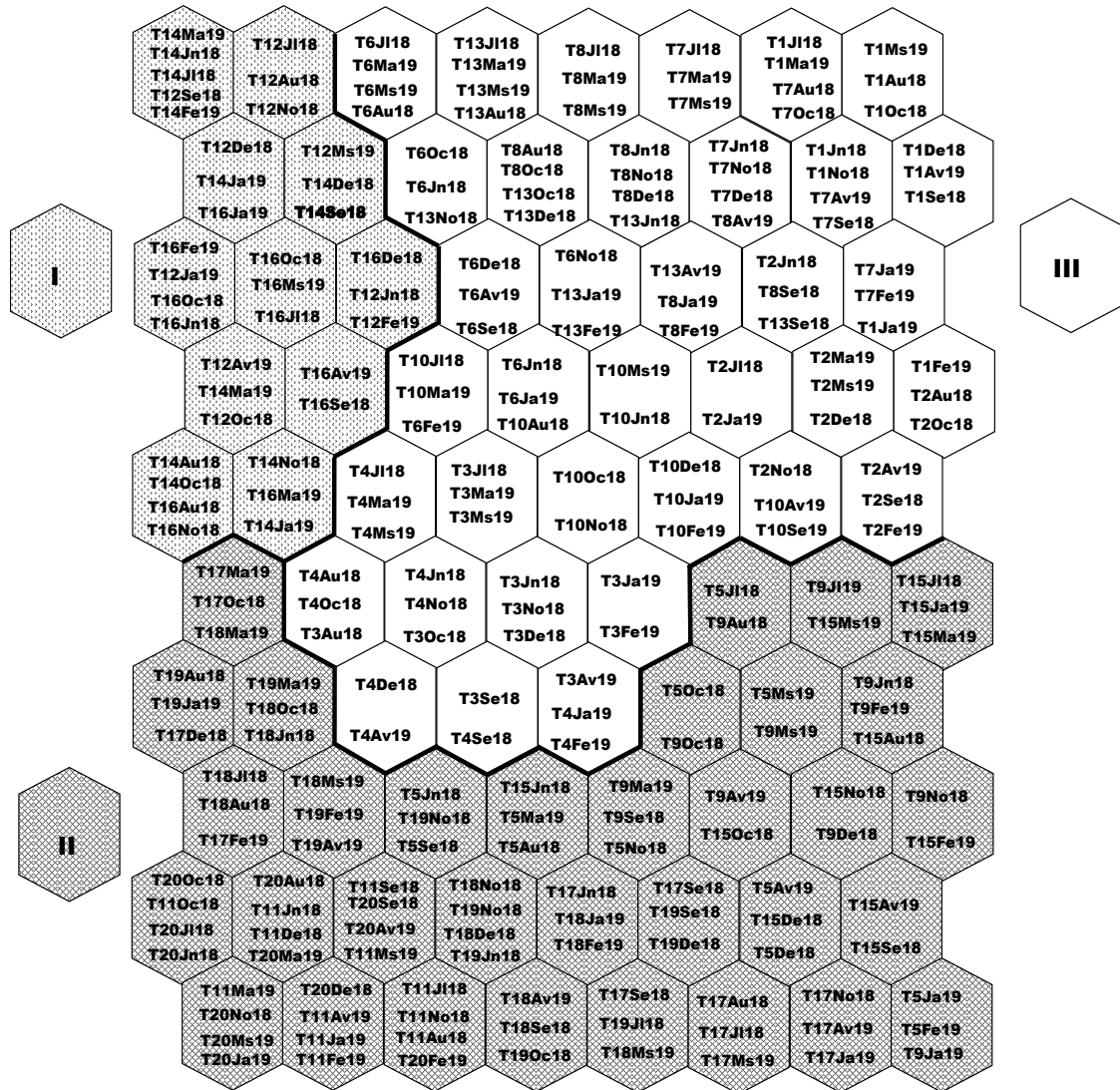
Les 80 cellules de la carte auto-organisatrice de Kohonen sont classées en trois groupes (I, II et III) distincts, à partir d'une analyse de classification hiérarchique illustrée par la figure 36. Dans chaque hexagone se trouve un objet virtuel pour lequel les valeurs des descripteurs ont été calculées. Ces objets virtuels représentent la distribution des objets réels.



**Figure 35 :** Carte auto-organisatrice de Kohonen composée de 80 cellules et classification hiérarchique des cellules sur la base des abondances par espèce d'anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Carte de Kohonen (A) ; dendrogramme (B) ; les nombres (1 à 80) correspondent aux numéros de cellules de la carte de Kohonen ; I, II, et III représentent les groupes retenus

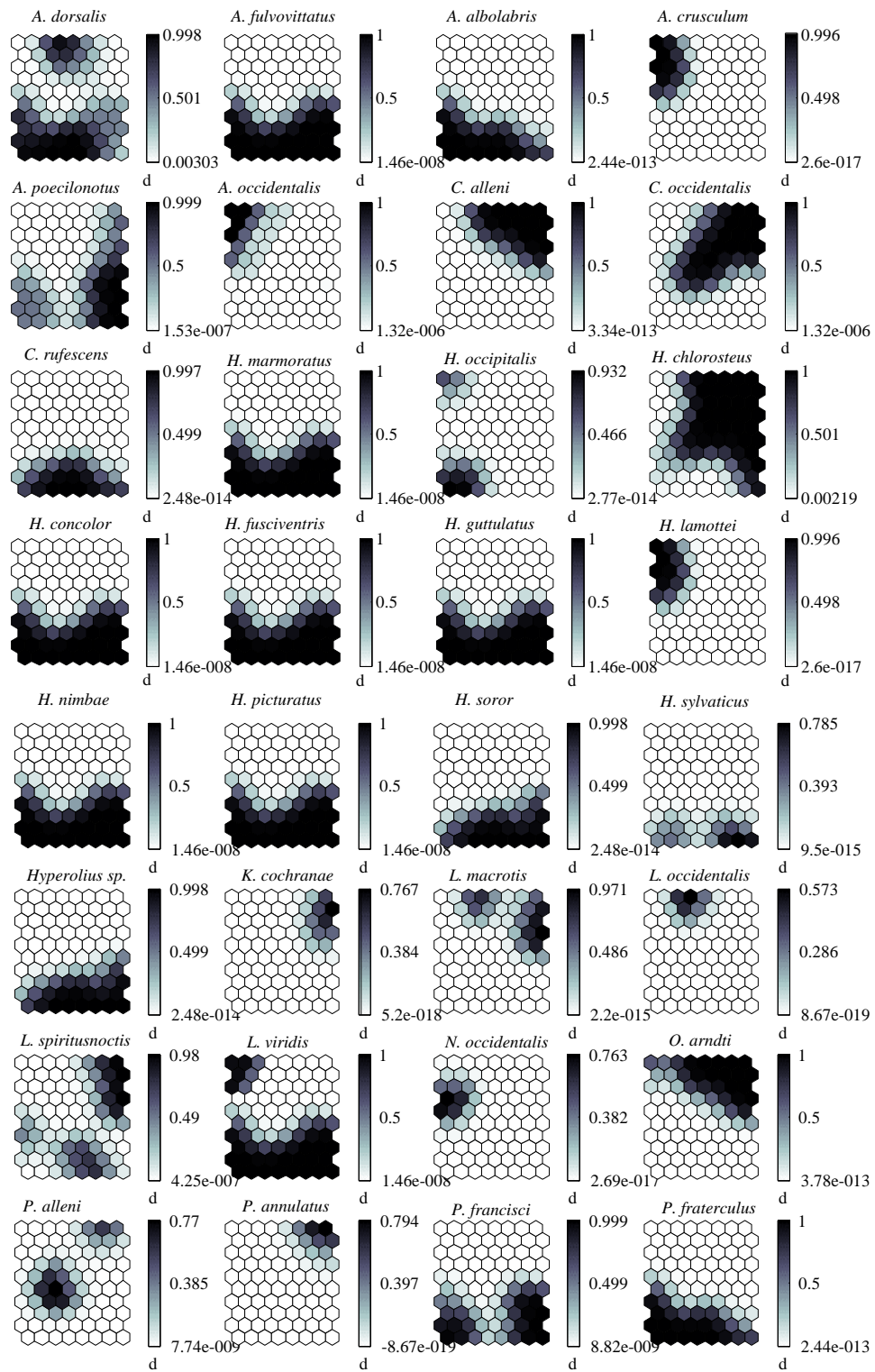




**Figure 36** : Classification des espèces d’anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en trois groupes à partir de la carte auto-organisatrice de Kohonen.

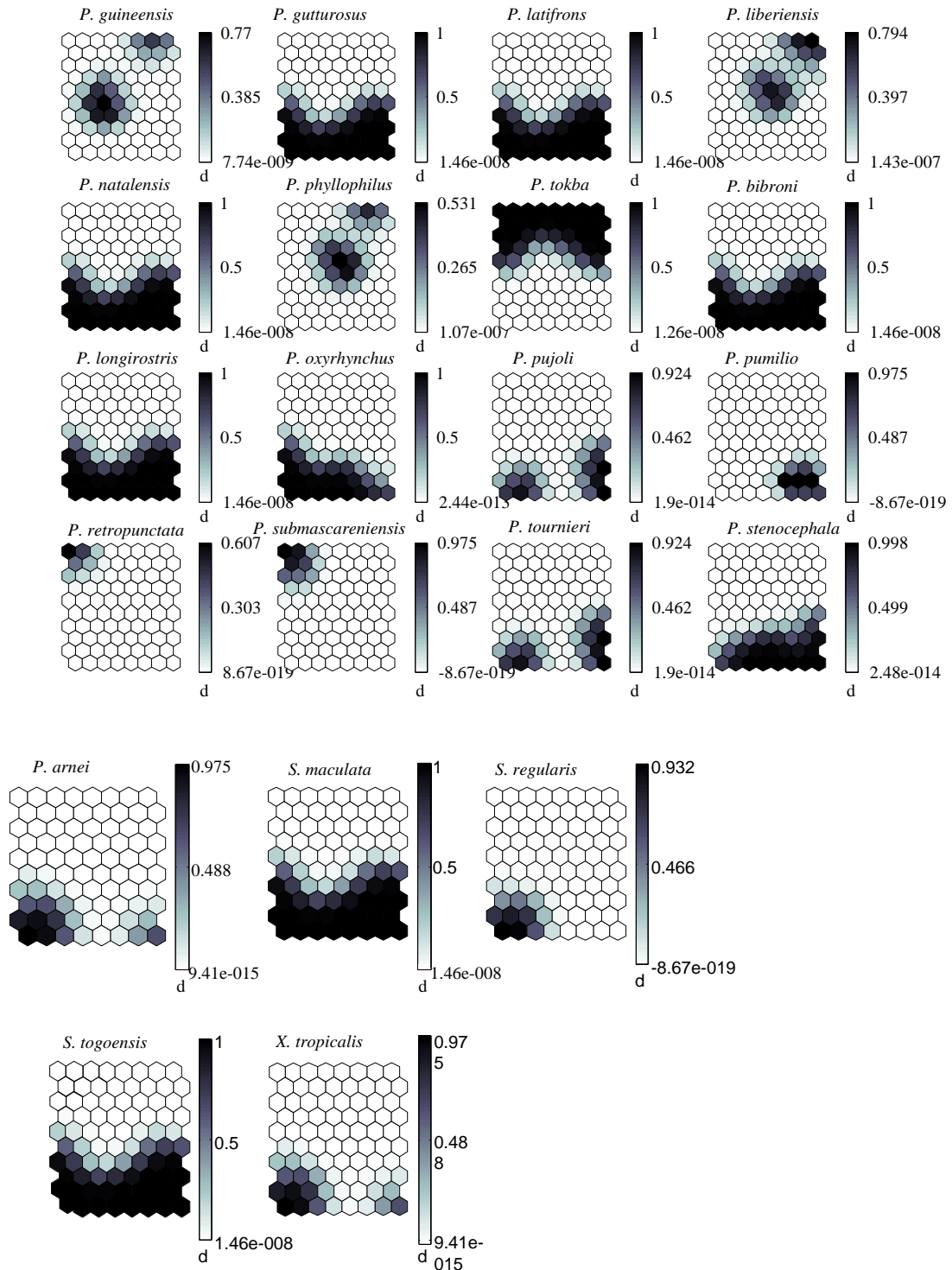
T1 à T20 représentent les transects tandis que Jn18, Ju18, Au18, Se18, Oc18, No18, De18, Ja19, Fe19, Mr19, Av19, Ma19, indiquent les mois de Juin 2018 à Mai 2019.

La figure 37, relative au profil de distribution des espèces d’amphibiens anoures réalisé par la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM), présente la contribution de chaque espèce dans les différents groupes. Les assemblages d’espèces dans chacun de ces groupes sont résumés sur la figure 38. Par ailleurs, les espèces d’anoures des différents types d’habitats sont influencées par la végétation, les cours d’eau et les microclimats (Figure 39).



**Figure 37** : Distribution des espèces de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen.

Couleurs foncées = fréquence et abondance élevées ; couleurs claires = faible fréquence et abondance ou absence.



**Figure 37** (suite et fin): Distribution des espèces de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

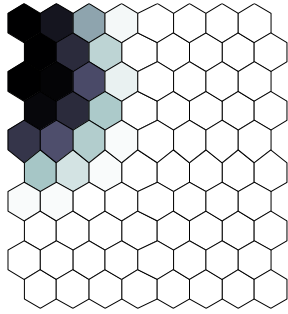
Couleurs foncées = fréquence et abondance élevées ; couleurs claires = faible fréquence et abondance ou absence.

Le groupe I (10 espèces) correspond à des sites où les espèces *A. cruscolum*, *H. lamottei*, *N. occidentalis*, *A. occidentalis*, *L. viridis*, *P. retropunctata* et *P. submascareniensis* sont abondantes. Ces sites sont caractérisés essentiellement par les herbes, les mares, les marécages, les ruisseaux et les rivières.

Le groupe II (30 espèces) quant à lui, correspond à des transects au sein desquels certaines espèces sont très répandues. Ce sont : *A. fulvovittatus*, *A. albolabris*, *A. poecilnotus*, *C. rufescens*, *H. marmoratus*, *H. concolor*, *H. fusciventris*, *H. guttulatus*, *H. nimbae*, *H. soror*, *H. picturatus*, *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *L. viridis*, *P. francisci*, *P. fraterculus*, *P. gutturosus*, *P. latifrons*, *P. natalensis*, *P. bibroni*, *P. longirostris*, *P. oxyrhynchus*, *P. pujoli*, *P. tournieri*, *P. stenocephala*, *Ptychadena arnei*, *S. maculata*, *S. regularis*, *S. togoensis* et *X. tropicalis*. Ces sites sont caractérisés par une faible densité de litière, de canopée, d'arbustes, d'arbres et d'une forte présence d'herbes, de mares, de marécages, de ruisseaux et de rivières. Des valeurs de l'humidité relative de l'air faibles et de température plus ou moins élevées. Des valeurs de l'humidité relative de l'air moyennement élevées et de température très élevées.

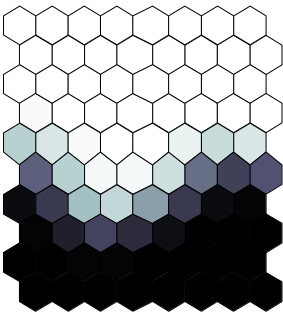
Quant au groupe III (12 espèces), il renferme les transects à l'intérieur desquels les densités de *A. occidentalis*, *C. alleni*, *C. occidentalis*, *K. cochranæ*, *L. macrotis*, *L. occidentalis*, *O. arndti*, *P. alleni*, *P. annulatus*, *P. guineensis*, *P. liberiensis* et *P. phyllophilus* sont les plus élevées. Dans ces sites, il existe une forte présence d'arbres et arbustes à canopée fermée. Ces zones sont également marquées par une forte présence de litière à couche épaisse, de ruisseaux, de marécages et où coulent des rivières. De même, les valeurs de l'humidité relative de l'air sont élevées et celles de la température sont très faibles.

Toutefois, *H. occipitalis* appartient à la fois aux groupes I et II, tandis que *H. chlorosteus* et *P. tokba* sont issues des groupes I et III. Par ailleurs, deux espèces d'anoures (*A. dorsalis* et *L. spiritusnoctis*) sont présentes à la fois dans les systèmes d'habitats ouverts, clairsemés et fermés (Groupe II et III).



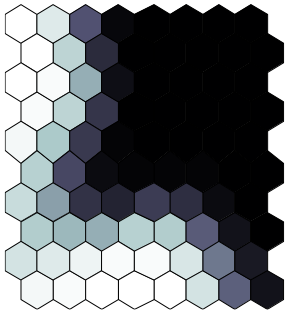
**Groupe I**

*A. crusculum*, *H. occipitalis*, *H. lamottei*, *L. viridis*, *N. occidentalis*, *P. tokba*, *H. chlorosteus*, *P. tokba*, *P. retropunctata*, *P. submascareniensis*.



**Groupe II**

*A. dorsalis*, *A. fulvovittatus*, *A. albolabris*, *A. poecilonotus*, *C. rufescens*, *H. marmoratus*, *H. occipitalis*, *H. chlorosteus*, *H. concolor*, *H. fusciventris*, *H. guttulatus*, *H. nimbae*, *H. soror*, *H. picturatus*, *H. sylvaticus*, *Hyperolius* sp., *L. viridis*, *L. spiritusnoctis*, *P. francisci*, *P. fraterculus*, *P. gutturosus*, *P. latifrons*, *P. natalensis*, *P. bibroni*, *P. longirostris*, *P. oxyrhynchus*, *P. pujoli*, *P. tournieri*, *P. stenocephala*, *P. arnei*, *S. maculata*, *S. regularis*, *S. togoensis*, *X. tropicalis*.

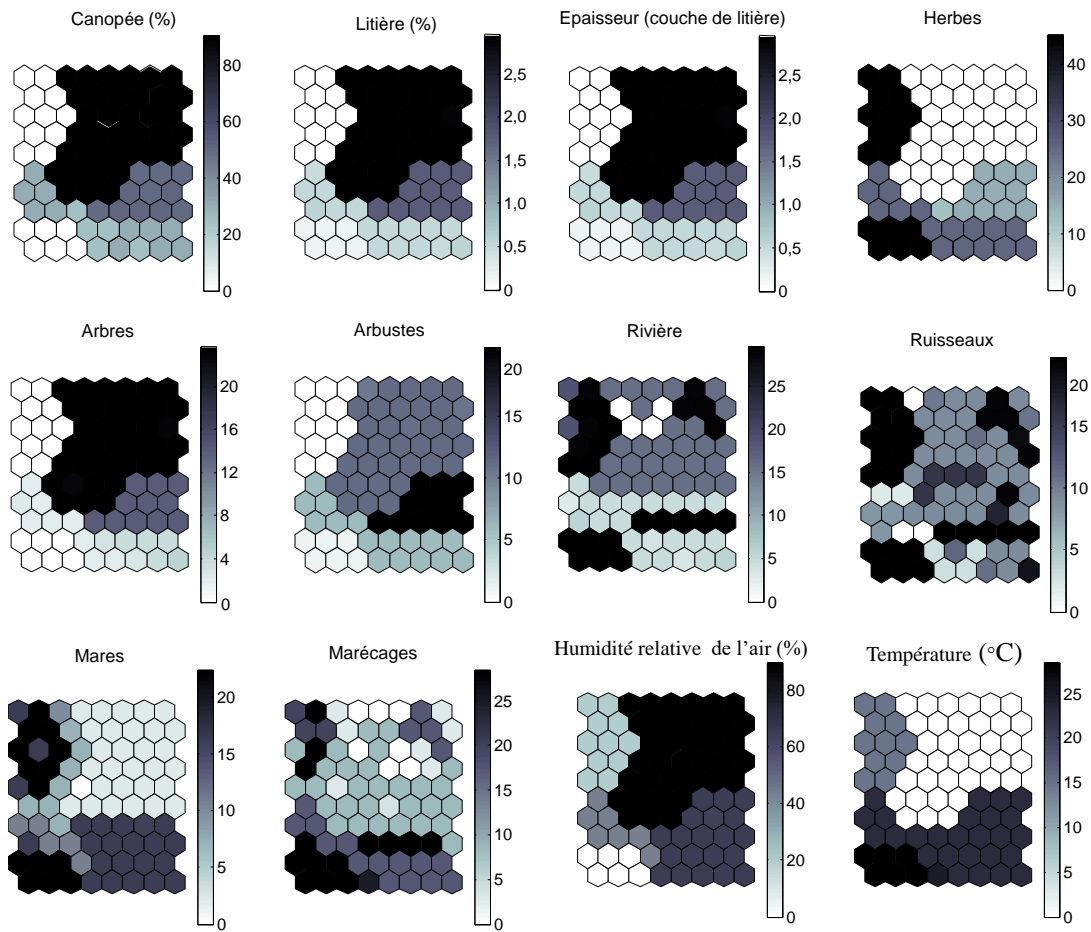


**Groupe III**

*A. dorsalis*, *A. occidentalis*, *C. alleni*, *C. occidentalis*, *H. chlorosteus*, *K. cochranæ*, *L. macrotis*, *L. occidentalis*, *L. spiritusnoctis*, *P. tokba*, *O. arndti*, *P. alleni*, *P. annulatus*, *P. guineensis*, *P. liberiensis*, *P. phyllophilus*.

**Figure 38** : Liste des espèces abondantes dans chaque groupe défini par la carte auto-organisatrice de Kohonen de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Couleurs foncées = fréquence et abondance élevées ; couleurs claires = faible fréquence et abondance ou absence.



**Figure 39** : Caractéristique des habitats sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Couleurs foncées = fréquence et abondance élevées ; couleurs claires = faible fréquence et abondance ou absence.

### III-1-4- Statut biogéographique des espèces d'amphibiens anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

#### III-1-4-1- Distribution géographique des espèces de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

L'analyse des résultats du tableau XIV montre une inégale répartition des espèces d'amphibiens anoures dans leurs différents biotopes. Concernant la répartition géographique, les espèces d'anoures confinées dans la Haute-Guinée et sa partie ouest sont largement dominantes, avec 16 espèces chacune. Elles sont suivies par 11 espèces confinées en Afrique et huit espèces faiblement représentées en Afrique de l'Ouest. Toutefois, deux espèces (*H. nimba* et *Nimbaphrynoides occidentalis*) sont typiquement endémiques à la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba du côté de la Côte d'Ivoire. En ce qui concerne les habitats préférentiels des anoures de la Réserve, les forêts dégradées, les forêts primaires et les savanes renferment largement un grand nombre d'espèces, respectivement 28 ; 26 et 22, tandis qu'au niveau de la prairie montagnarde, quatre espèces sont essentiellement typiques des montagnes. Ce sont : *Arthroleptis crusculum*, *Nimbaphrynoides occidentalis*, *Phrynobatrachus tokba* et *Ptychadena submascareniensis*.

La figure 40 présente le pourcentage de la répartition géographique global des espèces échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba de la Côte d'Ivoire au niveau du continent Africain. Parmi les espèces échantillonnées, un grand nombre est issu de la Haute Guinée (16 espèces, 30 %) et de l'Ouest de la Haute Guinée (16 espèces, 30 %). Cependant, ces deux aires n'ont aucune espèce en commun. L'Afrique (11 espèces, 21 %) présente un nombre important d'espèces, contrairement à l'Afrique de l'Ouest qui regorge huit espèces soit 15 %. La synthèse des données accessibles concernant les inventaires systématiques et les localisations géographiques montre que la partie Est de la RNIMN (bloc Ivoirien) héberge deux espèces (*Hyperolius nimba* et *Nimbaphrynoides occidentalis*) endémiques soit 4 %.

**Tableau XIV** : Liste des espèces d'amphibiens anoures collectées dans des habitats d'échantillonnage de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba avec leurs habitats préférentiels, distributions géographiques et leur statut selon la Liste rouge de l'UICN.

Familles et espèces	Habitats d'échantillonnage				Distribution géographique					Habitats préférentiels				Liste rouge (UICN)
	Hos	Hop	HC	HF	A	AO	HG	oHG	E	S	PM	FD	F	
<b>Arthroleptidae</b>														
<i>A. crusculum</i>	X		X					X			X			NT
<i>A. poecilnotus</i>		X		X			X					X	X	NE
<i>A. occidentalis</i>				X				X					X	LC
<i>C. occidentalis</i>				X			X						X	NE
<i>L. macrotis</i>				X			X						X	NT
<i>L. occidentalis</i>				X			X						X	NT
<i>L. spiritusnoctis</i>			X	X			X					X	X	LC
<i>L. viridis</i>		X	X		X					X		X		LC
<b>Bufoidea</b>														
<i>N. occidentalis</i>	X								X		X			CR
<i>S. maculata</i>		X	X		X					X		X		LC
<i>S. regularis</i>		X			X					X		X		LC
<i>S. togoensis</i>		X	X				X						X	LC
<b>Conrauidae</b>														
<i>C. alleni</i>				X				X					X	LC
<b>Dicroglossidae</b>														
<i>H. occipitalis</i>	X	X			X					X		X		LC
<b>Hemisotidae</b>														
<i>Hem. marmoratus</i>		X	X		X					X				LC
<b>Hyperoliidae</b>														
<i>A. dorsalis</i>		X	X			X				X		X		LC
<i>A. fulvovittatus</i>		X	X				X					X		LC
<i>H. chlorosteus</i>			X	X				X					X	LC
<i>H. concolor</i>		X	X				X			X		X		LC
<i>H. fusciventris</i>		X	X					X				X		LC
<i>H. guttulatus</i>		X	X			X						X	X	LC
<i>H. lamottei</i>	X							X		X				LC



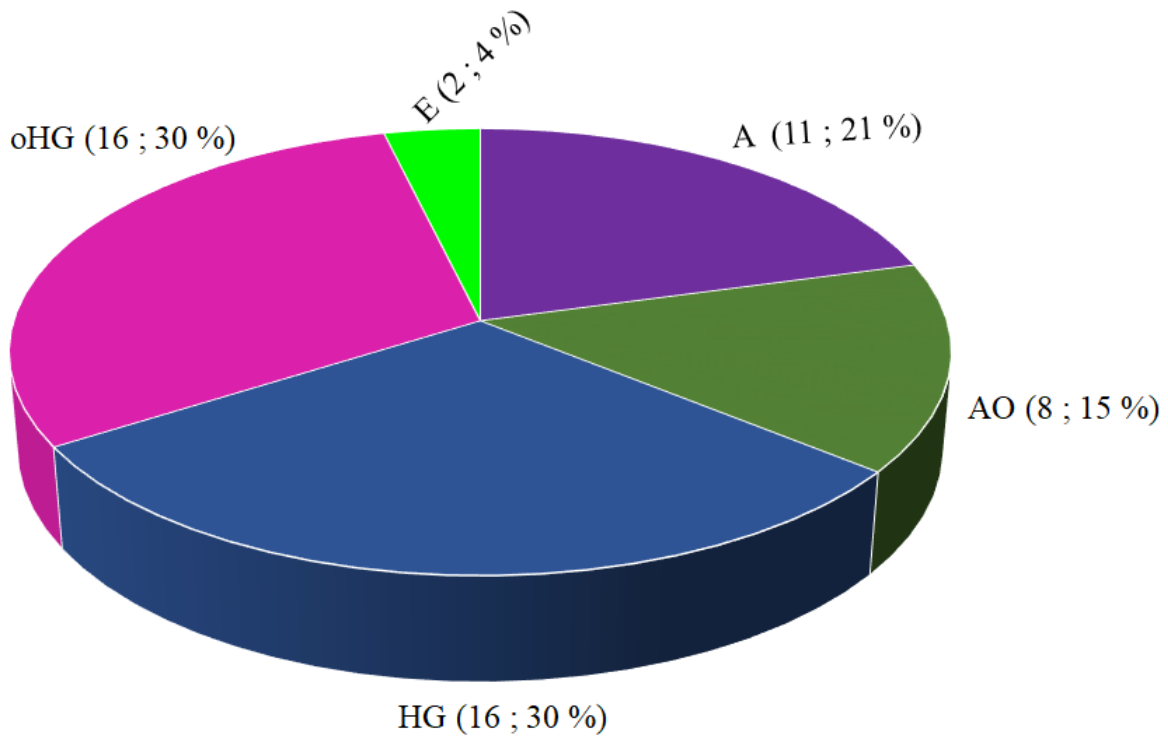
.....  
**Tableau XIV** (suite) : Liste des espèces d'amphibiens anoures collectées dans des habitats d'échantillonnage de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba, avec leurs habitats préférentiels, distributions géographiques et leur statut selon la Liste Rouge de l'UICN.

Familles et espèces	Habitats d'échantillonnage				Distribution géographique						Habitats préférentiels			Liste rouge (UICN)
	Hos	Hop	HC	HF	A	AO	HG	oHG	E	S	PM	FD	F	
<b>Hyperoliidae</b>														
<i>H. nimbae</i>		X	X						X			X		EN
<i>H. picturatus</i>		X	X				X					X	X	LC
<i>H. soror</i>				X				X				X		DD
<i>H. sylvaticus</i>		X	X				X					X	X	LC
<i>Hyperolius sp.</i>		X	X					X				X		NE
<i>K. cochranæ</i>		X	X					X		X		X		LC
<b>Odontobatrachidae</b>														
<i>O. arndti</i>	X			X				X					X	NT
<b>Phrynobatrachidae</b>														
<i>P. alleni</i>				X			X						X	LC
<i>P. annulatus</i>				X			X						X	EN
<i>P. francisci</i>		X	X			X				X				LC
<i>P. fraterculus</i>		X	X					X				X	X	LC
<i>P. guineensis</i>				X				X					X	LC
<i>P. gutturosus</i>		X	X			X				X		X	X	LC
<i>P. latifrons</i>		X	X			X				X		X		LC
<i>P. liberiensis</i>				X			X						X	LC
<i>P. natalensis</i>		X	X		X					X				LC
<i>P. phyllophilus</i>				X			X						X	LC
<i>P. tokba</i>	X			X			X				X	X	X	LC

**Tableau XIV** (suite et fin) : Liste des espèces d'amphibiens anoures collectées dans des habitats d'échantillonnage de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba, avec leurs habitats préférentiels, distributions géographiques et leur statut selon la Liste Rouge de l'UICN.

Familles et espèces	Habitats d'échantillonnage				Distribution géographique					Habitats préférentiels				Liste rouge (UICN)
	Hos	Hop	HC	HF	A	AO	HG	oHG	E	S	PM	FD	F	
<b>Pipidae</b>														
<i>X. tropicalis</i>		X	X			X						X	X	LC
<b>Ptychadenidae</b>														
<i>P. arnei</i>		X	X					X		X		X	X	DD
<i>P. bibroni</i>		X	X		X					X		X		LC
<i>P. longirostris</i>		X	X			X						X	X	LC
<i>P. oxyrhynchus</i>		X	X		X					X		X		LC
<i>P. pujoli</i>		X	X					X		X				DD
<i>P. pumilio</i>		X			X					X		X		LC
<i>P. retropunctata</i>	X							X		X				LC
<i>P. stenocephala</i>		X	X		X					X				LC
<i>P. submascareniensis</i>	X							X		X	X			DD
<i>P. tournieri</i>		X	X			X				X				LC
<b>Ranidae</b>														
<i>A. albolabris</i>		X	X					X				X	X	NE
<b>Rhacophoridae</b>														
<i>C. rufescens</i>		X	X		X								X	LC
Total (53)	9	32	32	16	11	8	16	16	2	22	4	28	26	

S = savane, PM = Prairie montagnarde, FD = Forêt dégradée ou secondaire, F = forêt primaire ; A = Afrique, AO = Afrique de l'ouest (définie comme l'aire du côté ouest de la rivière Nigeria), HG = Haute-Guinée (bloc forestier du Sénégal au Togo), oHG = ouest de la Haute-Guinée (définie comme l'ouest d'ouest de la Côte d'Ivoire), E = Endémique au Mount Nimba ; CR : danger critique d'extinction ; EN : danger ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure ; DD-Données insuffisantes ; NE : Non évaluées par l'UICN.

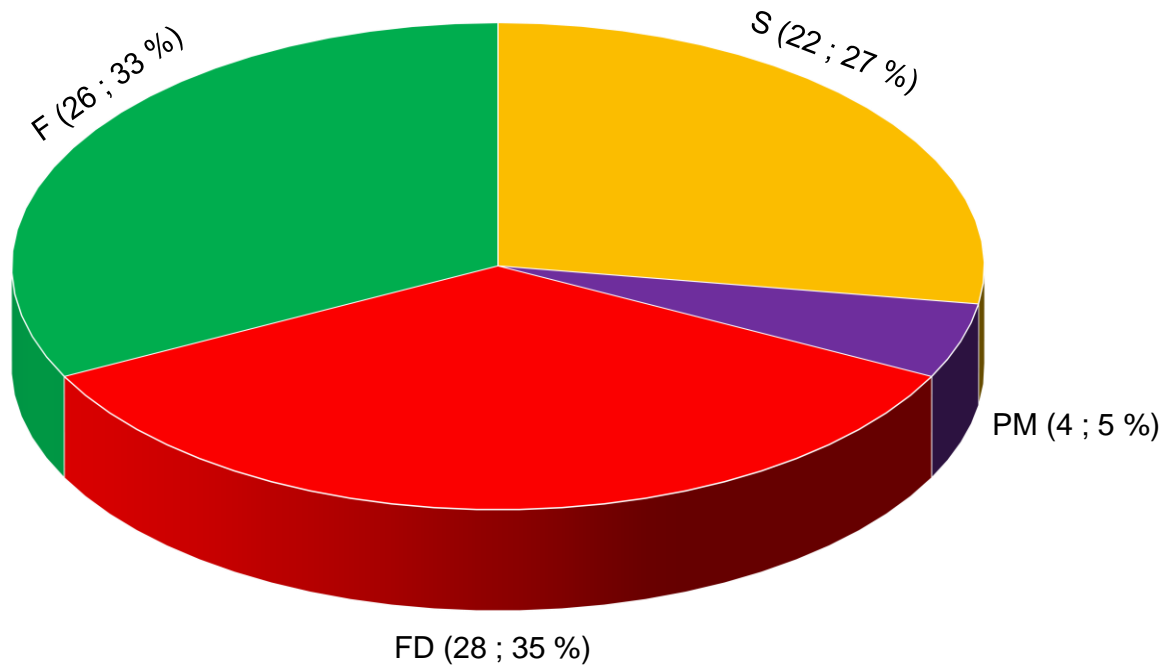


**Figure 40** : Répartition géographique (en %) des espèces échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

A = Afrique, AO = Afrique de l'Ouest (définie comme l'aire du côté ouest de la rivière Nigeria), HG = Haute-Guinée (bloc forestier du Sénégal au Togo), oHG = ouest de la Haute-Guinée (définie comme l'ouest de la Côte d'Ivoire), E = Endémique au Mount Nimba.

#### III-1-4-2- Répartitions des espèces dans des habitats préférentiels

La figure 41 présente le pourcentage global des habitats préférentiels des espèces échantillonnées dans la RNIMN. Dans ces habitats, les forêts dégradées rassemblent 38 % de l'ensemble des espèces d'anoures. Quant à la forêt et la savane, elles représentent respectivement 33 % et 27 % des espèces d'anoures. Cependant, les espèces sont moins inféodées dans la prairie montagnarde (5 %). Ce sont : *A. crusculum*, *N. occidentalis*, *P. tokba* et *P. submascareniensis*.

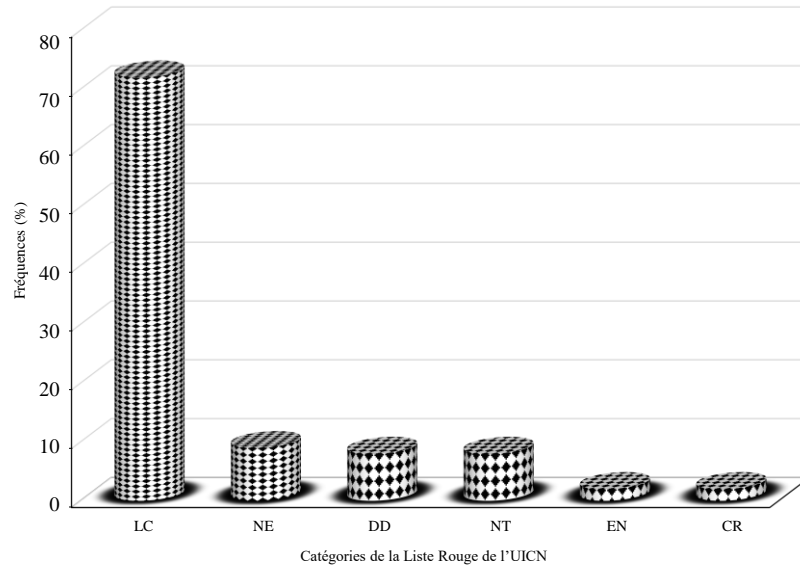


**Figure 41** : Répartition (en %) des espèces échantillonnées selon leurs habitats préférés.

S = Savane, PM = Prairie montagnarde, FD = Forêt dégradée ou secondaire, F = Forêt primaire.

#### III-1-4-3- Statut de conservation des espèces collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

De l'observation de la figure 42, il ressort selon la Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), que les espèces de la catégorie « Préoccupation mineure » (LC) sont les plus abondantes avec 38 espèces de l'effectif total soit 71,7 %. En ce qui concerne les espèces de la catégorie « Non évaluée » (NE) par l'UICN, on en compte quatre : *A. poecilonotus*, *Cardioglossa occidentalis*, *Hyperolius* sp. et *Amnirana albolabris*. Toutefois, quatre espèces (Figure 43) sont de la catégorie « Données insuffisantes » (DD). Ce sont : *Hyperolius soror*, *Ptychadena arnei*, *Ptychadena pujoli* et *Ptychadena submascareniensis*. Cependant, six espèces sont « Menacées » (Figure 44), il s'agit d'une part de *Arthroleptis cruscolum*, *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis* et *Odontobatrachus arndti*, quatre espèces qui appartiennent à la catégorie « Quasi menacée » (NT). Et d'autre part, des espèces telles que *Hyperolius nimbae* et *Nimbaphrynoides occidentalis*, relevant respectivement des catégories « En danger » (EN) et « En danger critique » (CR). Ainsi ces espèces sont faiblement représentées avec 4 % pour *Hyperolius nimbae* et 2 % pour *Nimbaphrynoides occidentalis*.



**Figure 42** : Résumé du statut de conservation de toutes les espèces d'anoures collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Les catégories sont abrégées de la façon suivante : LC : Préoccupation mineure ; NE : Non évaluées ; DD : Données insuffisantes ; NT : Quasi menacé ; EN : Danger ; CR : Danger critique d'extinction.



**Figure 43** : Espèces d'anoures de la catégorie des données insuffisantes (DD) collectées.

A = *Hyperolius soror*, b = *Ptychadena arnei*, c = *Ptychadena pujoli* d = *Ptychadena submascareniensis*.

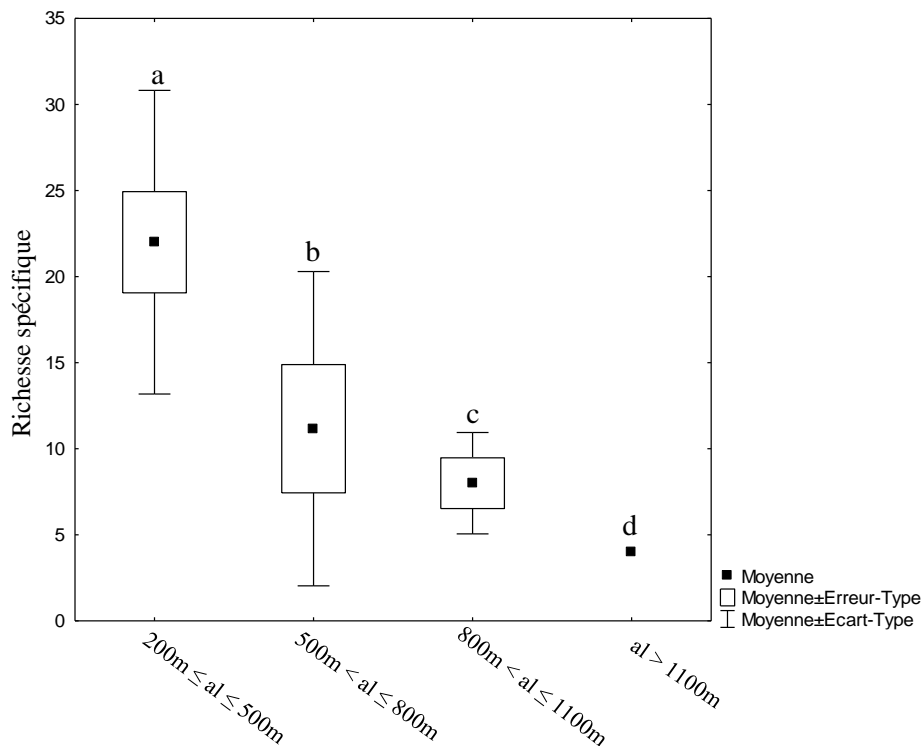


**Figure 44** : Espèces d'anoures collectées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba menacées selon la Liste rouge de l'UICN.

a = *Arthroleptis cruscolum* (NT), b = *Leptopelis macrotis* (NT), c = *Leptopelis occidentalis* (NT), d = *Odontobatrachus arndti* (NT), e = *Hyperolius nimbae* (EN), f = *Nimbaphrynoides occidentalis* (CR)  
NT : Quasi menacé ; EN : Danger ; CR : Danger critique d'extinction.

**III-1-4-4- Distribution des espèces d'anoues échantillonnées en fonction de l'altitude dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba**

La figure 45 présente la distribution spécifique des anoues collectés dans la RNIMN en fonction de la variation de l'altitude. L'analyse de la variance (ANOVA) montre une différence très hautement significative entre les différentes dénivellations ( $F = 4,24 ; P = 0,02$ ). Le test de Tukey montre que la valeur moyenne (22,00) des espèces de basse altitude ( $200 \leq al \leq 500$  m) est statistiquement supérieure à celles des autres altitudes. Elle est suivie de celles de l'altitude moyenne ( $500 < al \leq 800$  m) et de haute altitude ( $800 < al \leq 1100$  m), avec les valeurs moyennes respectives de 11,17 et 8. Par ailleurs, la valeur moyenne des espèces échantillonnées au-delà de 1100 m est très basse (4 espèces). Les espèces issues de cette haute dénivellation sont *Artroleptis crusculum*, *Hyperolius lamottei*, *Nimbaphrynoides occidentalis* et *Phrynobatrachus tokba*.



**Figure 45** : Distribution spécifique des anoues collectés en fonction de la variation de l'altitude de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

al = altitude ; les valeurs médianes portant la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis ;  $p > 0,05$ ).

### **III-2- Discussion**

L'étude des caractères physiques des différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba a permis de les classer en deux systèmes d'habitats (habitats fermés ou habitats ouverts). Pour ces deux systèmes, la présence ou l'absence de plans ou de cours d'eau (rivière, ruisseau, mare, étang, cascade) a permis de distinguer les habitats fermés humides (T1, T2, T5, T6, T7, T8, T10 et T13), fermés secs (T3, T4, T9, T15, T17, T18 et T19), les habitats ouverts humides (T11, T14 et T20) et les habitats ouverts secs (T12, et T16).

Dans les habitats fermés, les transects T2, T3, T4, T7 et T8 de la RNIMN contiennent une forte densité d'arbres. Ce qui leur confère une bonne conservation que les autres. Ainsi, ils sont qualifiés de forêts primaires. Contrairement aux habitats clairsemés qui seraient qualifiés de forêts secondaires grâce à la forte présence d'arbustes et de quelques arbres. En outre, selon Assemian (2009) et Kouamé (2019), une forte densité de gros arbres est représentative d'une forêt primaire, tandis qu'une densité élevée d'arbustes fait référence à un écosystème perturbé caractéristique d'une forêt secondaire. Quant aux habitats ouverts, caractérisés par une forte formation herbeuse ; les transects T11, T14 et T20 se distinguent par la présence importante de cours d'eau.

Par ailleurs, la température obtenue dans les habitats ouverts est plus élevée que celle mesurée dans les habitats fermés. A l'opposé, les valeurs de l'humidité relative de l'air sont plus basses dans les sites ouverts. Ces résultats s'expliqueraient par le fait que les habitats ouverts sont exposés à l'ensoleillement qui favorise l'évaporation et entraîne ainsi une élévation de la température, et une réduction de l'humidité de l'air. Cependant, dans les habitats fermés, le couvert végétal fait écran aux rayons solaires et crée un microclimat de sous-bois plus doux avec des températures basses et des valeurs de l'humidité de l'air élevées. Nos résultats corroborent ceux obtenus par Assemian (2009) et Kouamé *et al.* (2008) dans le Parc National du Banco et par Kouamé (2019) dans le Parc National d'Azagny. En outre, selon Lauginie (2007), le réseau hydrographique de la RNIMN est très dense en raison de la pluviosité élevée. Cela crée des conditions favorables à l'élévation de l'humidité de l'air dans le sous-bois. Par ailleurs, les variations saisonnières de la température et de l'humidité relative de l'air diffèrent significativement d'une saison à une autre au cours de l'année. Les valeurs



.....  
de la température sont plus élevées pendant la saison sèche qu'en saison pluvieuse. Par contre, les valeurs de l'humidité relative sont plus élevées en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Cette forte humidité serait attribuable au régime hydrographique responsable d'une atmosphère chargée d'humidité dans la RNIMN.

Concernant la diversité d'amphibiens anoures de la RNIMN, l'inventaire de cette faune batrachologique a révélé 53 espèces. Ce nombre d'espèces est relativement inférieur à celui enregistré dans la partie guinéenne de la RNIMN (56 espèces d'amphibiens) par Rödel (2004). Cette richesse spécifique relativement faible serait due à la petite superficie de la partie ivoirienne (5000 ha) ; contrairement à celle de la partie guinéenne (12540 ha). Nos observations sont en accord avec celles de Vallan (2000) qui rapportent que la richesse en espèces d'amphibiens anoures augmente directement avec la superficie de leurs habitats.

Par ailleurs, la RNIMN du côté de la Côte d'Ivoire (Kanga *et al.*, 2021) et le Parc National de Taï (Ernst *et al.*, 2006) ont la même richesse spécifique (53 espèces), mais cette richesse spécifique dépasse celle du Mont Simandou en Guinée (Rödel & Bangoura, 2004) d'une espèce. Cette forte richesse spécifique plus ou moins similaire dans ces trois aires protégées serait due au fait qu'elles sont issues de la même écorégion. En revanche, la richesse spécifique de la RNIMN du côté de la Côte d'Ivoire est élevée à celles collectées dans le Parc National du Mont Sangbé (45 espèces) par Rödel (2003), du Parc National du Mont Péko (33 espèces) par Rödel & Ernst (2003), du Fouta Djalon en Guinée (28 espèces) par Barej *et al.* (2015). Cette forte diversité spécifique de la réserve serait due à la pluie. En effet, cette réserve est arrosée presque toute l'année par de forte pluie qui alimente les rivières et ruisseaux. Ainsi, elle est la source d'environ 50 cours d'eau y compris le fleuve Cavally. Nos observations corroborent celles de Assemian (2009), Kouamé *et al.* (2018) et Kouamé (2019) qui affirment que la présence permanente de points d'eau dans un milieu est indispensable à la reproduction des amphibiens.

Toutefois, au cours de cette étude dans la RNIMN du côté de la Côte d'Ivoire, d'une part, deux espèces ont été collectées pour la toute première fois et une nouvelle espèce jamais découverte dans le monde a été capturée. Il s'agit respectivement de *Artrroleptis crusculum* (Arthroleptidae), de *Ptychadena retropuntata* (Ptychadenidae) et de *Hyperolius* sp. (Hyperoliidae). Les espèces, *Artrroleptis crusculum* et *Ptychadena retropuntata* ont été collectées uniquement dans les habitats ouverts de la savane à plus de 1000 mètres d'altitudes

et la nouvelle espèce *Hyperolius* sp. a été capturée dans les agrosystèmes (cacaoyère ou caféière) situés à la périphérie de la réserve et non loin des habitations. Et, d'autre part, deux espèces ont été capturées pour la seconde fois. Ce sont : *Odontobatrachus arndti* (Odontobatrachidae) et *Phrynobatrachus fraterculus* (Phrynobatrachidae) avec des habitats préférentiels respectifs, les cascades et la forêt primaire de la RNIMN.

En ce qui concerne l'abondance des spécimens d'amphibiens anoures collectés dans la RNIMN, elle est très importante. Cette forte abondance dominée par la famille des Hyperoliidae, des Phrynobatrachidae et des Ptychadenidae serait due aux réseaux hydrographiques très importants et aux ressources alimentaires. En effet, pendant la saison des pluies, le volume des cours d'eau augmente considérablement et cette saison devient favorable à la reproduction des animaux en général et en particulier aux amphibiens. Ces observations corroborent celles d'Adeba (2013) qui stipule qu'une abondance des amphibiens est plus importante au cours de la saison pluvieuse. De même Akani *et al.* (2004), Onadeko & Ogoanah (2016) et Kouamé (2019) rapportent que l'activité des amphibiens est très intense pendant la saison des pluies.

Au niveau de l'aspect spatial, la présence des espèces de forêts primaires (*Phrynobatrachus alleni*, *Phrynobatrachus annulatus*, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus liberiensis*, *Phrynobatrachus phyllophilus* et *Phrynobatrachus tokba*) de la famille des Phrynobatrachidae pourrait vraisemblablement montrer que les habitats fermés sont bien conservés. En effet, les effectifs élevés de ces espèces indiquent que ces habitats ne sont ni sujets à des chablis, ni exposés à des activités anthropiques (déboisement). De même, les travaux effectués dans le Parc national du Banco par Assemian *et al.* (2006) ont montré que ces espèces sont inféodées à des milieux correspondant à des secteurs de forêts primaires les mieux conservés. Notre observation corrobore celles de Kouamé *et al.* (2018) qui affirment que la forte représentativité de ces espèces est liée au bon état de conservation du site. De même, la présence des espèces de forêts et de litière dans ces habitats boisés serait due aux microclimats plus doux (température basse, humidité relative élevée). Notre observation concorde avec celle de Werner & Glennemeir (1999) qui affirment que la canopée influence le choix du site de reproduction chez les amphibiens et conditionne ainsi leurs mouvements. De plus, Menin *et al.* (2007) et Elvis *et al.* (2020) affirment que

.....  
l'abondance de la litière du sous-bois constitue un milieu idéal où résiderait une abondance de proies.

En ce qui concerne la richesse taxonomique, *Ptychadena bibroni*, *Ptychadena longirostris*, *Ptychadena stenocephala*, *Amnirana albolabris*, *Leptopelis viridis*, *Arthroleptis poecilonotus*, *Sclerophrys maculata*, *Sclerophrys togoensis*, *Hemisis Marmoratus*, *Afrixalus dorsalis*, *Afrixalus fulvovittatus*, *Hyperolius concolor*, *Hyperolius fusciventris*, *Hyperolius guttulatus*, *Hyperolius nimbae*, *Hyperolius picturatus*, *Phrynobatrachus francisci*, *Phrynobatrachus guttuosus* et *Phrynobatrachus latifrons* sont des espèces collectées aussi bien dans les habitats ouverts à la périphérie que dans les habitats clairsemés. En effet, la présence de ces espèces dans ces habitats montre l'état de leur dégradation car ce sont des animaux indicateurs de milieux dégradés. De même, la similitude spécifique de ces deux habitats serait probablement liée à la présence permanente de cours d'eau et aussi de ressources vitales. Pareilles observations ont été faites par Lamotte & Roy (2003) dans la RNIMN du côté de la Guinée et Vallan (2000) dans la Réserve Naturelle d'Ambohitantely de Madagascar. Toutefois, les espèces d'anoures échantillonnées dans les agrosystèmes, peuvent tolérer un certain degré de perturbations. Par conséquent, certaines activités humaines ne sont relativement pas nuisibles pour la diversité de ce groupe. Ainsi, *Amnirana Albolabris*, *Hyperolius nimbae*, *Phrynobatrachus francisci* et *Sclerophrys togoensis* se sont adaptées dans les habitats dégradés. Nos observations sont en accord avec celles de Rödel & Branch (2002) dans les forêts classées de la Haute Dodo et du Cavally, de Rödel (2003) dans le Parc National du Mont Sangbé. De même, ces observations sont conformes à celles de Bali *et al.* (2007) ; Gardner *et al.* (2007a) ; Gardner *et al.* (2007b) ; Whitfield *et al.* (2007) et Kouamé *et al.* (2014 ; 2018) qui affirment que les agrosystèmes (cacaoyère, caféière et hévéaculture), ainsi que les forêts secondaires constituent des habitats substantiels pour une importante diversité d'amphibiens. Ainsi, les activités qui ne détériorent pas entièrement le couvert forestier peuvent même permettre à une multitude de groupes taxonomiques de profiter d'habitats complexes et variés. D'ailleurs, Huston (1994) et Pianka (1994) ont montré que, un niveau de perturbation modéré ou une mosaïque d'habitats favoriserait la présence d'une grande diversité d'espèces. De même, les changements dans la communauté végétale et le sol peuvent également contribuer à structurer l'assemblage des amphibiens (Bastazini *et al.* 2007). Aussi, selon Pineda & Halffter (2004), la disponibilité d'habitats lenticues ou lotiques en saison pluvieuse est-elle d'une importance majeure pour la reproduction de la plupart des

.....

anoures. De plus, Neckel-Olivieira & Gascon (2006) confirment que dans les fragments forestiers de l'Amazonie brésilienne, la présence d'habitats aquatiques est un facteur clé pour le maintien d'espèces particulières de grenouilles.

Dans les habitats ouverts de la savane, la faible richesse taxonomique observée pourrait être due à la destruction du couvert végétal par les incendies en saison sèche. Nos remarques corroborent celles de Andreone *et al.* (2008) et Hillers *et al.* (2008) qui ont constatés que la faible richesse spécifique des amphibiens est due aux changements climatiques ou, plus probablement, à une fréquence plus élevée des incendies dans les prairies montagnardes en saison sèche. En effet, selon ces auteurs, pendant la saison sèche les braconniers, les éleveurs ou les paysans de la RNIMN de la partie Guinéenne ou Libérienne provoquent volontairement ou accidentellement des incendies. Ainsi, la végétation et la couverture végétale sont altérées sur presque toutes les parties des prairies montagnardes. Par conséquent, ces pratiques seraient les causes d'une chute spectaculaire des populations d'amphibiens.

Concernant l'aspect temporel, l'analyse du peuplement d'amphibiens montre dans l'ensemble que la richesse spécifique a été maximale lors de la saison pluvieuse et minimale au cours de la saison sèche dans tous les habitats. Ainsi, dans les habitats fermés, les spécimens d'*Odontobatrachus arndti*, de *Conraua alleni* et de *Phrynobatrachus liberiensis* sont les plus abondants durant les deux saisons. La présence en grande quantité de *Odontobatrachus arndti*, et de *Conraua alleni* est due à la présence des ruisseaux à forts courants, cascades ou rapides dans cette zone boisée. De même, pendant la saison des pluies les grenouilles se reproduisent massivement. Nos observations sont en accord avec celles de Kouamé *et al.* (2014) qui ont affirmé lors de leurs travaux dans le Parc National du Banco que les variations des effectifs sont dues à la reproduction des amphibiens. De même, l'existence de phénomènes tels que les pontes répétées au cours des différentes saisons de la même année (Lampert & Linsenmair, 2002), la migration d'individus vers d'autres sites plus propices à la reproduction (Pineda & Halfpeter, 2004) et la crue des eaux de la rivière en saison des pluies (Rödel, 2000) seraient aussi à la base de ces fluctuations saisonnières des effectifs. Cependant, ces grenouilles torrentielles ont été collectées dans des forêts galeries entourées de savane au parc national du Mont Sangbé par Rödel (2003). Par contre, l'absence totale de *A. poecilonotus*, *Hyperolius soror*, *Leptopelis occidentalis* et *Phrynobatrachus phyllophilus*

.....

pendant la saison sèche pourrait être probablement due à la sécheresse. En outre, pendant cette période, les cours d'eau, les mares et les étangs tarissent. Par conséquent, certains anoures se camouflent dans les litières ou migrent vers d'autres habitats favorables et d'autres meurent par déshydratation. Nos observations corroborent celles de Kouamé *et al.* (2015 ; 2018) qui ont montré lors de leurs travaux dans le Parc National du Bamco que les variations des effectifs des amphibiens étaient dues au phénomène de migrations saisonnières et à la mortalité de quelques individus.

Concernant les habitats clairsemés, en saison pluvieuse le nombre d'espèce et leur abondance sont très élevés avec une dominance des espèces *Arthroleptis poecilonotus* et de *Hyperolius nimbae*. Cependant, en saison sèche *Phrynobatrachus latifrons* domine largement le peuplement. En effet, la forte quantité de *Phrynobatrachus latifrons* dans ces habitats serait due aux activités humaines menées dans les milieux à proximité de la réserve. Ce qui explique sa forte abondance dans les forêts dégradées (Rödel & Branch, 2002 ; Rödel & Agyei, 2003 ; Rödel *et al.*, 2004). Cela traduit l'état de perturbation de l'habitat. Par ailleurs, Adeba *et al.* (2010) ont souligné que *Phrynobatrachus latifrons* est un bon indicateur de la dégradation des forêts. D'ailleurs, l'invasion massive de *Phrynobatrachus latifrons*, espèce habitant exclusivement dans les formations herbacées traduirait une forte pression anthropique dans le milieu. Au cours des deux saisons, certaines espèces se sont adaptées à la dégradation progressive de leurs micro-habitats. Ce sont : *Afrixalus dorsalis*, *Afrixalus fulvovittatus*, *Amnirana albolabris*, *A. poecilonotus*, *Hemisis marmoratus*, *Hoplobatrachus occipitalis*, *Hyperolius concolor*, *Hyperolius fusciventris*, *Hyperolius guttulatus*, *Hyperolius nimbae*, *Hyperolius picturatus*, *Kassina cochranæ*, *Leptopelis viridis*, *Phrynobatrachus francisci*, *Phrynobatrachus fraterculus*, *Phrynobatrachus guttuosus*, *Phrynobatrachus latifrons*, *Phrynobatrachus natalensis*, *Ptychadena bibroni*, *Ptychadena longirostris*, *Ptychadena oxyrhynchus*, *Ptychadena stenocephala*, *Sclerophrys maculata*, *Sclerophrys regularis*, *Sclerophrys togoensis* et *Xenopus tropicalis*. D'ailleurs, l'absence de l'espèce typiquement aquatique *Xenopus tropicalis* pendant la saison sèche est due à la périodicité de la rivière dans laquelle, elle vivait. Pareilles observations ont été faites par Elvis *et al.* (2020) dans une forêt semi-décidue du sud-est du Brésil.

Le peuplement d'amphibiens des habitats ouverts à la périphérie est largement dominé par *Phrynobatrachus latifrons* au cours des deux saisons. Dans ces habitats, les activités

.....

marâchères sont très intenses en saison pluvieuse. Ainsi, durant cette période, les conditions de vie sont favorables pour la prolifération d'un grand nombre d'animaux dont les arthropodes. En effet, les proies ont des cycles naturels liés aux saisons. Leur présence en grande quantité amène les grenouilles à s'en nourrir. De même, la présence de nourriture et des sites de reproduction sont à la base de l'afflux important de plusieurs espèces d'amphibiens. Nos observations corroborent celles d'Assemian (2009), Adeba (2013) et Kouamé *et al.* (2018) qui ont affirmé lors de leurs travaux dans le Parc National du Banco que l'abondance des spécimens d'amphibiens est influencée par les sites de nourrissage et de reproduction.

Au niveau des habitats ouverts de la savane, *Arthroleptis cruscolum*, *Hoplobatrachus occipitalis*, *Hyperolius lamottei*, *Nimbaphrynoides occidentalis*, *Odontobatrachus arndti*, *Phrynobatrachus tokba*, *Ptychadena pumilio*, *Ptychadena retropunctata* et *Ptychadena submascareniensis* sont des espèces qui se sont adaptées aux conditions climatiques de la montagne à toutes saisons. A l'instar de *Nimbaphrynoides occidentalis* qui a une faible distribution, les autres espèces ont une large distribution. Dans ces habitats, la présence de *Phrynobatrachus tokba* et *Arthroleptis cruscolum* dans les milieux secs serait liée à leurs stratégies de reproduction. Notre observation corrobore celles de Assemian (2009) et Kouamé *et al.* (2018) qui ont affirmés que l'eau ne semble pas être un facteur limitant pour ces taxons et que leur répartition est liée à leurs stratégies de reproduction. En effet, selon Rödel & Ernst (2002a), *Phrynobatrachus tokba* ainsi que les taxons du genre *Arthroleptis* n'ont pas besoin de plan d'eau pour se reproduire. De même, l'espèce *Phrynobatrachus tokba* vit dans les forêts secondaires (Rödel & Ernst, 2002 b ; Rödel *et al.*, 2005) de basses altitudes, jusqu'aux altitudes moyennes situées à 1 600 m au-dessus du niveau de la mer (Guibe & Lamotte 1963 ; Lamotte, 1971).

Concernant le déterminisme de la distribution des spécimens d'anoures de la RNIMN, les 53 espèces échantillonnées ont été classées en trois groupes distincts à partir des cartes auto-organisatrices. Ainsi, les espèces *Arthroleptis cruscolum*, *Phrynobatrachus tokba*, *Ptychadena pumilio* et *Ptychadena submascareniensis* apparaissent comme les anoures à avoir une distribution chevauchant entre les groupes I et II. C'est-à-dire qu'elles partagent les mêmes habitats que *A. poecilonotus*, *Astylosternus occidentalis*, *Afrixalus dorsalis*, *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus*, *Leptopelis occidentalis*, *Sclerophrys togoensis*, *Hyperolius*

.....

*soror*, *Nimbaphrynoides occidentalis*, *Odontobatrachus arndti*, *Phrynobatrachus alleni*, *Phrynobatrachus annulatus*, *Phrynobatrachus fraterculus*, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus liberiensis*, *Phrynobatrachus phyllophilus*, *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena retropunctata*. Alors que, *Ptychadena longirostris* est la seule espèce à avoir une distribution chevauchant entre les trois groupes. D'ailleurs, selon Rödel & Ernst (2002 b), Rödel *et al.* (2005), Kouamé *et al.* (2018), *A. crusculum* et *Phrynobatrachus tokba* ont une préférence pour les zones forestières à canopée fragmentée, caractérisées par l'absence de point d'eau. Ainsi, on peut affirmer que *Phrynobatrachus liberiensis* a une distribution beaucoup plus proche de celle de *Phrynobatrachus phyllophilus*. Par ailleurs, *Conraua alleni* et *Odontobatrachus arndti* sont inféodées aux zones torrentielles, tandis que *Phrynobatrachus liberiensis* et *Phrynobatrachus phyllophilus* vivent inféodées aux zones marécageuses (Assemian *et al.*, 2006). En outre, le chevauchement de ces espèces dans des habitats différents pourrait probablement être dû à la très forte humidité de la réserve, qui offre à ces espèces très aquatiques (Guibé & Lamotte, 1963), une plus large distribution. Cette forte humidité est due à la présence des rivières, des ruisseaux et des marécages dans certains sites des groupes I et II. La structure de la végétation et la présence d'abondantes couches de litière ont donc une influence sur la distribution des espèces. Ce résultat est en conformité avec ceux obtenus par Urbina-Cardona *et al.* (2006) dans des lambeaux de forêts humides mexicaines. En effet, ces auteurs ont montré que la distribution de certaines espèces d'anoures était influencée par la structure de la végétation, la quantité de litière dans le milieu et le type de sol. De même, des études menées en milieu tropical ont montré que l'abondance des anoures et la richesse spécifique augmentaient avec la densité d'arbres et l'épaisseur des couches de litière (Giaretta *et al.*, 1999 ; Vonesh, 2001 ; Menin *et al.*, 2007). Aussi, Lieberman (1986) interprète-il cette forte représentativité d'espèces dans le milieu par l'existence d'un grand pourcentage de litière et d'une densité élevée d'arbres et d'arbustes qui servent de refuges aux grenouilles.

Au niveau de l'influence des facteurs climatiques sur la répartition des espèces, il ressort que la température et l'humidité relative de l'air sont élevées dans chacun des trois groupes matérialisés par la carte auto-organisatrice de Kohonen. Toutes les espèces échantillonnées seraient influencées par ces deux paramètres abiotiques. Cela se justifierait par le fait que dans chaque habitat, la température de l'air varie significativement au cours des deux saisons climatiques. En revanche, les plus fortes valeurs de la température de l'air

.....

observées dans les habitats ouverts à la périphérie durant la saison sèche pourraient probablement être liées aux types de végétation. Ce résultat corrobore celui de Kouamé (2019) dans le Parc National d'Azagny qui affirme que les transects caractérisés par les habitats ouverts, subissent directement les rayons solaires, d'où une élévation de la température. De même, dans le Parc National du Banco Kouamé *et al.* (2007) et Tohé (2009) ont enregistré des températures fluctuant entre 23 et 40 °C. Par ailleurs, les valeurs maximales de l'humidité relative de l'air observées pendant la saison pluvieuse seraient dues au régime hydrographique de la RNIMN. Cette observation est en accord avec celle de Lauginie (2007) qui affirme que le réseau hydrographique de la réserve est très dense en raison de la pluviosité élevée.

En ce qui concerne la répartition géographique et la préférence des habitats spécifiques, la répartition géographique de *Arthroleptis crusculum*, *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis*, *Odontobatrachus arndti*, *Hyperolius nimbae* et *Nimbaphrynoides occidentalis* est très restreinte. Par conséquent, le risque de menaces pourrait être très élevée. De même, Sandberger *et al.* (2010) et Kouamé *et al.* (2016) ont montré que la modification et la perte générale des habitats des amphibiens par les activités humaines seraient à l'origine d'une menace importante. En plus, les agriculteurs locaux utilisent intensivement les insecticides dans leurs cultures afin de contrôler les attaques d'insectes mais ils contaminent également les organismes non ciblés, leurs habitats et leur filet alimentaire (Beebee & Griffiths, 2005 ; Schmidt, 2007). En effet, la pulvérisation d'insecticides peut contaminer les eaux de reproduction des amphibiens par la dérive du vent pendant la pulvérisation, le ruissellement des champs après de fortes pluies et lorsque les agriculteurs nettoient leurs instruments d'application dans les cours d'eau (Stechert *et al.*, 2014).

Aussi, les grenouilles sont-elles la proie de groupes divers et variés d'invertébrés et de vertébrés tels que les arthropodes, les serpents, les tortues, les oiseaux et les mammifères (Kopp *et al.*, 2006 ; Toledo *et al.*, 2007 ; Andrade *et al.*, 2013). De même, si les singes se montrent friands en œufs de grenouilles riches en vitellus et très nourrissants (Rödel *et al.*, 2002), il n'en demeure pas moins l'Homme chez lequel les amphibiens constituent une importante source de protéine animale. Aussi, les travaux réalisés dans la RNIMN de la partie Guinéenne par Schäfer *et al.* (2019) ont-ils confirmé que *Astylosternus occidentalis*, *Conraua alleni* et *Odontobatrachus arndti* sont consommées par les crabes (*Liberonantes latidactylus*)



.....

d'eau douce. De même, les travaux effectués au Mont Oku (Cameroun) par Doherty-Bone & Gvoždík (2017) ont montrés que les menaces subies par les grenouilles seraient probablement dues aux changements d'hydrographie associés aux changements de précipitations. Cela pourrait entraîner une réduction potentielle de la disponibilité des ruisseaux et des étangs pour la reproduction, affectant à la fois la phénologie de reproduction et la densité des amphibiens à travers les habitats. Par ailleurs, la RNIMN n'a que deux espèces d'anoures typiquement endémiques à la Haute Guinée en Afrique de l'Ouest. Il s'agit des espèces *Hyperolius nimba* et de *Nimbaphrynoides occidentalis*. En outre, cette endémicité largement faible est bénéfique à la réserve car ces espèces n'existent nul part ailleurs dans le monde. De ce fait, la RNIMN du côté de la Côte d'Ivoire a été inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO en 1982 grâce à l'espèce *Nimbaphrynoides occidentalis* (Lauginie, 2007).

Au niveau de la dénivellation, à mesure que le gradient d'altitude augmente, les espèces sont moins distribuées. Une telle observation n'est pas inhabituelle dans les zones de montagnes où les basses altitudes sont susceptibles de favoriser un mélange d'habitats hétérogènes, et sont donc adaptées à une diversité et une abondance d'amphibiens plus élevées que dans les chaînes altitudinales plus élevées (Khatiwada *et al.* 2019). Ainsi, certaines espèces confinées uniquement dans les prairies montagnardes, au-delà de 1100 m d'altitude (Hillers *et al.*, 2008 ; Sandberger *et al.*, 2010) se seraient adaptées aux conditions climatiques de ce milieu en adoptant des stratégies pour survivre. Ainsi, hormis, *N. occidentalis* qui a une aire de répartition très restreinte (entre 1 200 et 1 600 m d'altitude) (Hillers *et al.*, 2008 ; Sandberger *et al.*, 2010), les autres espèces ont développé des stratégies pour survivre sur cette chaîne de montagne. Ce sont : *Phrynobatrachus tokba*, *Nimbaphrynoides occidentalis*, *Artroleptis crusculum* et *Hyperolius lamottei*. A cet effet, le crapaud vivipare, *Nimbaphrynoides occidentalis* a adopté une stratégie très impressionnante pour surmonter les difficultés saisonnières. En effet, pendant la période de dormance, les spécimens de *Nimbaphrynoides occidentalis* sont souterrains, tandis que pendant la période active, ils préfèrent se cacher dans une épaisse couche de racines (Hillers *et al.*, 2008). Ainsi, ces crapauds se cachent sous terre pendant la saison sèche, qui dure approximativement de novembre à mars. Ils deviennent actifs dès les premières pluies. Ainsi, les femelles vivipares, produisent des couvées de 4 à 35 œufs (Angel & Lamotte, 1944 ; 1948 et Xavier, 1978 ; 1986). L'ovulation et la fécondation se produisent avant que les femelles ne se camouflent sous terre pour la saison sèche. La période de gestation dure neuf mois et les fœtus sont

.....

nourris par des sécrétions de l'épithélium oviductal (Xavier, 1978 ; 1986). Cependant cette espèce endémique à la RNIMN est en danger imminent d'extinction (Hillers *et al.*, 2008). De ce fait, elle est protégée par l'annexe I de la CITES. Toutefois, le nombre de populations a diminué, probablement en raison de la perte d'habitats ainsi que de la dégradation due aux incendies de prairie montagnarde. Les incendies provoqués généralement par les braconniers, modifient la végétation et la couverture végétale et éliminent en particulier la couche épaisse (supérieur à 10 cm) de racines de graminées dans laquelle ces crapauds préfèrent vivre (Hillers *et al.*, 2008 ; Sandberger *et al.*, 2010). Par ailleurs, à Madagascar, Raxworthy *et al.* 2008 a observé que les espèces à des altitudes plus élevées se déplacent encore plus haut, à mesure que les températures augmentent, réduisant ainsi la taille de leur aire de répartition. De même, la longue durée de la gestation et le nombre d'œufs largement inférieur à 50 pourraient probablement affecter la population de ce crapaud.

**CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET  
PERSPECTIVES**

## CONCLUSION

Les objectifs spécifiques de cette étude nous ont permis de connaître la diversité, la distribution dans le temps et dans l'espace ainsi que la structure du peuplement des amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba du côté de la Côte d'Ivoire. Ainsi, une base de données sur les amphibiens anoures de cette Réserve a été constituée.

Cette étude nous a permis de distinguer deux systèmes d'habitats dans les différents biotopes. Il s'agit, d'une part, du système fermé contenant des habitats humides et secs. D'autre part, le système ouvert renfermant également des habitats humides et secs. Les caractéristiques physiques telles que les formations herbeuses, les sols sableux ou rocheux, les températures élevées et les faibles valeurs de l'humidité relative de l'air du système ouvert se distinguent aisément du système fermé. Quant au système fermé, il est caractérisé par un couvert boisé sur des sols humifères de forêts primaires, secondaires ou dégradées, des températures basses et des valeurs d'humidité élevées. Toutefois, les cours d'eau (rivières, ruisseaux, mares, étangs) permettent de scinder les milieux humides des milieux secs.

Dans cette étude, 53 espèces d'amphibiens anoures regroupées en 18 genres et 12 familles ont été échantillonnées dans la RNIMN. Ainsi, *Arthroleptis cruscum* (Arthroleptidae) et *Ptychadena retropunctata* (Ptychadenidae) ont été collectées pour la toute première fois, une nouvelle espèce, *Hyperolius* sp. (Hyperoliidae) jamais découverte dans le monde a été capturée et *Odontobatrachus arndti* (Odontobatrachidae) et *Phrynobatrachus fraterculus* (Phrynobatrachidae) ont été capturées pour la seconde fois en Côte d'Ivoire. Dans cette réserve, les Hyperoliidae, les Phrynobatrachidae et les Ptychadenidae sont les familles les plus diversifiées. Toutefois, les habitats clairsemés et les habitats ouverts à la périphérie ont une richesse spécifique plus importante que les habitats fermés et les habitats ouverts de la savane. Ces habitats ont en commun 30 espèces. Ainsi, l'eau (rivière, ruisseaux et mares), premier facteur abiotique est responsable de la répartition de la diversité de nombreuses espèces dans ces habitats exceptés *Arthroleptis cruscum*, *A. poecilonotus* et *Phrynobatrachus tokba*. Au niveau des habitats fermés, les espèces les plus caractéristiques sont *Astylosternus occidentalis*, *Cardioglossa occidentalis*, *Hyperolius soror*, *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis*, *Odontobatrachus arndti*, *Conraua alleni*, *Phrynobatrachus alleni*, *Phrynobatrachus annulatus*, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus liberiensis* et

*Phrynobatrachus phyllophilus*. Quant aux habitats ouverts de la savane, ils sont représentés par des espèces typiques des prairies montagnardes.

Par ailleurs, l'étude de la dynamique temporelle indique que la diversité des amphibiens de la RNIMN est plus élevée pendant la saison des pluies. Les variations saisonnières de la diversité des anoures sont influencées par la pluviosité, l'insolation, la température et l'humidité relative de l'air. La réserve présente de nombreuses espèces typiques des forêts primaires. Il s'agit de *Astylosternus occidentalis*, *Cardioglossa occidentalis*, *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis*, *Odontobatrachus arndti*, *Conraua alleni*, *Phrynobatrachus alleni*, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus liberiensis*, et *Phrynobatrachus phyllophilus*. La présence de ces espèces atteste la bonne conservation des habitats fermés de la RNIMN du côté de la Côte d'Ivoire. Cependant, la présence de certaines espèces indiquant les perturbations ou la dégradation des sites forestiers, montre que les habitats situés à la périphérie sont menacés. Ce sont *Phrynobatrachus latifrons*, *Afrixalus dorsalis*, *Hyperolius guttulatus*, *Hoplobatrachus occipitalis*, *Sclerophrys maculatus* et *Sclerophrys regularis*.

Bien que certaines espèces ont une large distribution, d'autres par contre, ont une répartition géographiquement très restreinte. Par conséquent, six espèces sont menacées selon la Liste rouge de l'UICN. Il s'agit de *Arthroleptis cruscolum*, *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis* et *Odontobatrachus arndti* qui sont des espèces « Quasi menacées » (NT) ; *Hyperolius nimbae* est une espèce « En danger » (EN) ainsi que *Nimbaphrynoides occidentalis* qui est une espèce « En danger critique d'extinction » (CR). Des pressions anthropiques telles que la déforestation, la pollution des rivières et ruisseaux à la périphérie ou les feux de brousse dans les prairies d'altitudes pendant la saison sèche de la RNIMN, sont les causes majeures de la vulnérabilité de ces espèces d'amphibiens anoures.

## RECOMMANDATIONS

Cette étude a mis en évidence l'effet des paramètres physiques abiotiques sur la biodiversité des amphibiens anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba du côté de la Côte d'Ivoire.

Vu les pressions humaines accentuées à la périphérie ou dans les prairies d'altitudes mettant en péril la survie de la faune en général et les amphibiens en particulier, il serait donc judicieux pour l'OIPR de :

- ❖ accentuer la surveillance dans la zone périphérique et inclure des mesures de mitigations des feux de brousse au niveau des prairies d'altitude en vue de protéger les habitats des espèces telles que le crapaud vivipare *Nymbaphrynoides occidentalis*, *Arthroleptis crusculum*, *Ptychadena retropunctata* et *Ptychadena submascareniensis* ;
- ❖ Préserver les habitats (cacaoyère ou caféière) de *Hyperolius nimbae* et de la nouvelle espèce, *Hyperolius* sp. non décrite;
- ❖ mettre en place des microprojets (élevage des porcs, de poulets, la pisciculture, l'apiculture ou la raniculture) afin d'aider la jeunesse à se prendre en charge ;
- ❖ impliquer davantage la population riveraine aux mesures de conservation.

L'étude interpelle également l'Etat Ivoirien et l'UNESCO, afin de mettre à la disposition de l'OIPR les moyens financier et matériel pour une lutte efficace contre les agressions subies par la réserve. Ils doivent mettre en œuvre une politique de conservation à long terme en encourageant la recherche scientifique.

La surveillance de la réserve doit être assurée pour dissuader les pratiques qui portent atteinte à son intégrité. Aussi, les capacités des autorités de gestion doivent-elles être renforcées tant au niveau technique qu'à ceux des ressources humaines et des moyens financiers.

## **PERSPECTIVES**

Cette étude mérite d'être poursuivie afin de :

- 1- entreprendre un suivi écologique de *Hyperolius nimba* et *Nimbaphrynoides occidentalis* typiquement endémiques de la RNIMN et menacées d'extinction selon la Liste rouge de l'UICN ;
- 2- faire une étude génétique de la nouvelle espèce (*Hyperolius* sp.) en vue de sa description ;
- 3- Etablir une clé d'identification des espèces d'amphibiens anoures de la RNIMN ;
- 4- étudier le régime alimentaire et la stratégie de reproduction de toutes les espèces en général mais en particulier les espèces menacées de la réserve afin d'avoir une meilleure connaissance de leur écologie.

## **REFERENCES**



- Adams J. G. (1971a). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome I. Première partie : Généralités sur les monts Nimba. *Mémoires du Muséum national d'Histoires naturelles*. Paris (France), 20 : 1-529.
- Adams J. G. (1971b). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome II. Deuxième partie : des Rosacées aux Apiacées incluses ; supplément au tome I. *Mémoires du Muséum d'Histoires naturelles*. Paris (France), 22 : 530-910.
- Adams J. G. (1975a). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome III. Troisième partie : des Ericacées aux Rubiacées incluses ; supplément aux tomes I, II et III. *Mémoires du Muséum d'Histoires naturelles*. Paris (France), 24 : 911-1378.
- Adams J. G. (1975b). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome IV. Quatrième partie : des Asteracées aux Lamiacées incluses ; supplément au tome I, II et III. *Mémoires du Muséum d'Histoires naturelles*, Paris (France), 25 : 1379-1586.
- Adams J. G. (1981). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome V. Cinquième partie : Monocotylédones à l'exclusion des Cyperacées et Poacées ; supplément aux tomes précédents. *Mémoires du CNRS*, Paris (France), 1587-2051.
- Adams J. G. (1983). Flore descriptive des monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Tome VI. Sixième partie : Cyperacées et Poacées. Index du tome VI. Index général. *Mémoires du CNRS*, Paris (France), 22 : 2052-2181.
- Adeba J. P. (2013). Diversité biologique et quelques données écologiques sur le peuplement des anoures de la région de Lamto. Thèse de Doctorat, UFR des Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 188 p.
- Adeba P. J, Kouassi P., Rödel M-O. (2010). Anuran amphibians in a rapidly changing environment – revisiting Lamto, Côte d'Ivoire, 40 years after the first herpetofaunal investigations. *African Journal of Herpetology* 59 : 1–18.
- Akani G. C., Politano E. & Luiselli L. (2004). Amphibians recorded in forest swamps areas of the River Niger Delta (Southeastern Nigeria) and effects of habitat alterations from

- oil industry development on species richness and diversity. *Applied Herpetology*, 2 : 1-22.
- Amanieu M. & Lasserre G. (1982). Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanologica Acta*, 4 : 201-213.
- Andrade W. P., Lima E. N. P., Osório C. A. B. T., Do Socorro Maciel M., Baiocchi G., Bitencourt A. G. V., Fanelli M. F., Damascena A. S. & Soares F. A. (2013). Can FDG-PET/CT predict early response to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer? *European Journal of Surgical Oncology*, 39 (12) : 1358 -1363.
- Andreone F., Carpenter A. I. & Cox N. (2008). The challenge of conserving amphibian megadiversity in Madagasc. *Plos Biology*, 6 : 118.
- Angel F. (1943). Description d'un nouvel amphibien anoure, ovo-vivipare de la Haute-Guinée Française (Materiaux de la mission Lamotte, au Mont-Nimba) (2ème note). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris (France), 15 : 167-169.
- Angel F. & Lamotte M. (1944). Un crapaud vivipare d'Afrique Occidentale, *Nectophrynoides occidentalis* Angel. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Biologie Animale*, 6 : 63-89.
- Angel F. & Lamotte M. (1948). Nouvelles observations sur *Nectophrynoides occidentalis* Angel. Remarques sur le genre *Nectophrynoides*. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 11 :115-147.
- Angel F., Guibé J. & Lamotte M. (1954a). La réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule II. XXXI. Lézards. *Mémoires de l'Institut fondamental d'Afrique noire*, Dakar (Sénégal), 40 : 371-379.
- Angel F., Guibé J., Lamotte M. & Roy R. (1954b). La réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule II. XXXII. Serpentes. *Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire*, Dakar (Sénégal), 40 : 381-402.
- Asseman N. E. (2009). Systématique, diversité et dynamique spatio-temporelle du peuplement d'amphibiens d'une aire protégée Ouest africaine (Parc National du

- Banco ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 183 p.
- Assemian N. E., Kouamé N. G., Tohé B., Gourène G. & Rödel M.-O. (2006). The anurans of the Banco National Park, Côte d'Ivoire, a threatened West African rainforest. *Salamandra*, 42 : 41-51.
- Bali A., Kumar A. & Krishnaswamy J. (2007). The mammalian communities in coffee plantations around a protected area in the Western Ghats, India. *Biological Conservation*, 139 : 93-102.
- Baillie J. E. M., Griffiths J., Turvey S. T., Loh J. & Collen B. (2010). Evolution lost : status and trends of the world's vertebrates. London, *Zoological Society of London*. 72 p
- Bakarr M., Bailey B., Byler D., Ham R., Olivieri S. & Omland M. (2001). From the forest to the sea : biodiversity connections from Guinea to Togo. Conservation priority-setting workshop, Washington D.C., *Conservation International*, 78 p.
- Barbault R. (1992). Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Paris, *Masson*, 200 p.
- Barej M. F., Schmitz A., Penner J., Doumbia J., Sandberger-Loua L., Hirschfeld M., Brede C., Emmrich M., Kouamé N. G. & Hillers A. (2015). Life in the spray zone : overlooked diversity in West African torrent-frogs (Anura, Odontobatrachidae, *Odontobatrachus*). *Zoosystematics and Evolution* 91: 115–149.
- Bastazini C. M., Munduruca J. F. V., Rocha P. L. B. & Napoli M. F. (2007). Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica*, 63 : 459-471.
- Beebee T. J. C. & Griffiths R. A. (2005). The amphibian decline crisis : a watershed for conservation biology? *Biological Conservation*, 125 : 271-285.
- Berroneau M. (2010). Guide des amphibiens et reptiles d'Aquitaine. Association Cistude Nature, *Le Haillan*, 180 p.

- Blaustein A.R., Romansic J. M., Kiesecker J. M. & Hatch A. C. (2003). Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9 : 123-140.
- Blaustein A. R. & Wake D. B. (1995). The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272 : 52-57.
- Bohoussou K. H. (2014). Action pour la sauvegarde de la biodiversité de la réserve naturelle intégrale du Mont Nimba, Côte d'Ivoire : Evaluation de la diversité faunistique et campagne de sensibilisation. Laboratoire de Zoologie, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody (Abidjan). Rapport final, MAB/UNESCO. 18 P.
- Boulenger G. A. (1906). XLI. Descriptions of new Batrachians discovered by Mr. G. L. Bates in South Cameroon, *Annals and Magazine of Natural History*, 17 : 317-323, DOI : 10.1080/00222930608562529
- Bourgeois P.-A. (2008). L'importance des Amphibiens pour la conservation des petits fragments de forestiers dans les forêts tropicales humides. 153 p.
- Bridge D. P. (1993). Classification. *In* : Biological data analysis : A practical approach. *Fry James Clyde editor*, 218-241.
- Brosse S., Giraudel J. L. & Lek S. (2001). The temporal dynamic of fish population assemblage and community structure. *Ecological Modelling*, 146 : 159-166.
- Bruner A. G., Gullison R. E., Rice R. E. & Da Fonseca G. A. B. (2001). Effectiveness in four countries. *Bioscience*, 53 : 833-841.
- Carr J.A., Outhwaite W.E., Goodman G.L., Oldfield T.E.E. & Foden W.B. (2013). Vital but vulnerable : Climate change vulnerability and human use of wildlife in Africa's Albertine Rift. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, 240 p
- Channing A. (2001). Amphibians of Central and Southern Africa. Cornell University press, Ithaca, New York : 470 p.
- Channing A. & Rödel M.-O. (2019). Field guide to the frogs and other amphibians of Africa. Cape Town, South Africa : *Struik Nature*, 408 p.

- Channing A., Rödel M.-O. & Channing J. (2012). Tadpoles of Africa. The biology and identification of all known tadpoles in sub-Saharan Africa. Frankfurt Contributions of Natural History, *Edition Chimaira*, 35 : 402 p.
- Chao A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43 : 783-791.
- Châtelain C., Gautier L. & Spichiger R. (1996). A recent history of forest fragmentation in southwestern Ivory CoA. *Biodiversity and Conservation*, 5 : 783-791.
- Cowlishaw G., Mendelson S. & Rowcliffe J. M. (2005). Evidence for post-depletion sustainability in a mature bushmeat market. *Ecology*, 42 : 460-468.
- Dajoz R. (2000). Précis d'écologie. 7ème Edition. Dunod, Paris, 615 p.
- Decher J., Gris C. R., Garteh J. C., Kilpatrick C. W., Kuhn H. J., Phalan B., Monadjem A., Kadjo B., Jacquet F. & Denys C. (2016). New evidence of the semi-aquatic Nimba Otter Shrew (*Micropotamogala lamottei*) at Mount Nimba and in Putu Range of Liberia - Uncertain future for an evolutionary distinct and globally endangered (EDGE) species in the face of recent industrial developments. *Journal of Contemporary Water Research and Education*, 157 p.
- Delsol M., Gueydan-Baconnier M., Neyrand de Leffemberg F. & Pujol P. (1980). Cycle spermatogénétique continu chez des Batraciens tropicaux. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 105 (1) : 232-233.
- Denys C. & Aniskine V. (2012). On a new species of *Dendromus* (Rodentia, Nesomyidae) from Mount Nimba (Guinea, West Africa). *Mammalia*, 76 : 295-308.
- Doherty-Bone T. M. & Gvoždík V. (2017). Les amphibiens du mont Oku, Cameroun : un inventaire des espèces mis à jour et un examen de la conservation. *Zookeys*, 643 : 109-139.
- Duméril A. H. A. (1859). Reptiles et poissons de l'Afrique Occidentale. Étude précédée de considérations générales sur leur distribution géographique. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris, 10 : 138-268.

- Erard C. & Brosset A. (2003). Les oiseaux de la région du Nimba : structure et fonctionnement des peuplements. *In* : Lamotte M. & Roy R. (eds), Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris (France), 190 : 639-685.
- Elvis A. P., Matheus O. N., José L. M. M. S., Renato N. F. & Diego J. S. (2020). Seasonal and habitat structure of an anuran assemblage in a semideciduous forest area in Southeast Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências. Biological Sciences*. Rio de Janeiro. 92 : 1-17 p.
- Fredericksen N.J. & Fredericksen T.S. (2004). Impacts of selective logging on amphibians in a Bolivian tropical humid forest. *Forest Ecology and Management*, 191 : 275-282.
- Frost D.R., (2022). Amphibian species of the World : an online reference. Version 6.1. Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Dernière consultation le 23 février 2022.
- Gardner T.A., Ribeiro-Junior M.A., Barlow J., Avila-Pires T.C.S., Hoogmoed M.S., & Peres, C.A. (2007a). The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conserv. Biol.* 21 : 775-787.
- Gardner T.A., Barlow J., & Peres, C.A. (2007b). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: the importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 138 : 166-179.
- Giaretta A. A., Facure K. G., Sawaya R. J., De Meyer J. H. M. & Chemin N. (1999). Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil : seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*, 31 : 669-674.
- Giraudel J. L. & Lek S. (2001). A comparison of self-organizing map algorithm and some conventional statistical methods for ecological community ordination. *Ecological Modelling*, 146 : 329-339.
- Gonwouo L. N. & Rödel M.-O. (2008). The importance of frogs to the livelihood of the Bakossi people around Mount Manengouba, Cameroon, with special consideration of the Hairy Frog, *Trichobatrachus robustus*. *Salamandra*, 44 : 23-34.

- Grandperrin D. (2001). Des Amphibiens aux Reptiles : origine, diversification, évolution, extinctions. <http://svt.tice.ac-orleans>. Muséum des Sciences naturelles d'Orléans.
- Granier N. & Martinez L. (2011). Conservation issues in the Nimba Mountains. Pp. 381-392, *in* The chimpanzees of Bossou and Nimba (Matsuzawa T., Humle T. & Sugiyama Y., eds.). Springer, Tokyo, xxvi + 465 pp.
- Guerry A. D. & Hunter Jr. M. L. (2002). Amphibian distributions in a landscape of forest and agriculture : an examination of landscape composition and configuration. *Conservation Biology*, 16 : 745-754.
- Guibé J. & Lamotte M. (1963). La réserve naturelle intégrale du Mont Nimba. XXVIII. Batraciens du genre *Phrynobatrachus*. *Mémoire de l'Institut Français d'Afrique Noire*, Paris (France), 66 : 601-627.
- Guillaumet J. L. & Adjanohoun E. (1971). La végétation. *In* : Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Toucheboeuf P., Guillaumet J. L., Adjanohoun E. & Perraud A. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM n° 50. ORSTOM, Paris : 156-264.
- Hammer Ø., Harper D.A.T. & Ryan P. D. (2001). PAST : Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1) : 9 pp.
- Herrel A. & van der Meijden A. (2014). An analysis of the live reptile and amphibian trade in the USA compared to the global trade in endangered species. *Herpetology Journal* 24 : 103-110.
- Heltshe J. & Forrester N. E. (1983). Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, 39 : 1-11.
- Hillers A., Loua N.-S. & Rödel M.-O. (2008). Assessment of the distribution and conservation status of the viviparous toad *Nimbaphrynoides occidentalis* on Monts Nimba, Guinea. *Endangered Species Research*, 5 : 13-19.
- Hirschfeld M. & Rödel M.-O. (2011). The diet of the African Tiger Frog, *Hoplobatrachus occipitalis*, in northern Benin. *Salamandra*, 47 : 125-132.

- Hopkins A. W. (2007). Amphibians as models for studying environmental change. *Institute for Laboratory Animal Research Journal*, 3 (48) : 270-277.
- Horne M.T. & Dunson W. A. (1995). Effects of low pH, metals, and water hardness on larval amphibians. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 29 : 500-505  
<https://doi.org/10.1007/BF00208380>.
- Hoskyns R. (2018). Photographing frogs and other amphibians : A guide to facilitating engagement in amphibian conservation through compelling images. Amphibian survival alliance, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, (ebook) : 1-48.
- Huston M. A. (1994). Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes. New York. *Cambridge University Press*, 19 : 681 p.
- Ibarra A. A. (2004). Les peuplements de poisson comme outil pour la gestion de la qualité environnementale du réseau hydrographique de la Garonne. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences Ecologiques, Institut National Polytechnique de Toulouse. (Toulouse, France), 178 p.
- IFAN. (1952). La Réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule I. 15 articles de zoologie sur les Arachnides, Coléoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères, Hétéroptères et Poisson (divers auteurs). Mémoire de l'Institut fondamental d'Afrique noire n°19, IFAN Dakar, figures, 18 planches hors texte 334 p.
- IFAN (1954). La Réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule II. 32 articles de zoologie sur les Odonates, Orthoptères, Chéleutoptères, Dermaptères, Coléoptères, Lépidoptères, Hétéroptères et Reptiles (divers auteurs). Mémoire de l'Institut fondamental d'Afrique noire n°40, IFAN Dakar, figures, 1 planche hors texte 402 p.
- IFAN (1958). La Réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule IV. 15 articles de zoologie sur les Oligochètes, Ephéméroptères, Orthoptères, Coléoptères, Homoptères, Opilions, Batraciens et Mammifères (divers auteurs). Mémoire de l'Institut fondamental d'Afrique noire n°53, IFAN Dakar, 142 figures, 20 planches hors texte 357 p.
- IFAN (1963). La Réserve naturelle intégrale du mont Nimba. Fascicule V. 29 articles de zoologie sur les Mollusques, Tiques, Myriapodes, Mantres, Orthoptères, Coléoptères,



- Lépidoptères, Diptères, Homoptères, Hémiptères, Poisson, Batraciens et Chiroptères (divers auteurs). Mémoire de l'Institut fondamental d'Afrique noire n°55, IFAN Dakar, figures, 14 planches hors texte 640 p.
- Isabela C. B., Marinus S. H. & Selvino N. -O. (2013). Taxonomy and distribution of the salamander genus *Bolitoglossa* Duméril, Bibron & Duméril, 1854 (Amphibia, Caudata, Plethodontidae) in Brazilian Amazonia. *Zootaxa* 3686 (4) : 401–431.
- Jaeger R. G. (1994). Transect sampling. *In* : Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L. A. C. & Froster M. S. (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington & London, *Smithsonian Institution Press*, pp 103-107.
- Jaeger R. G. & Inger R. F. (1994). Quadrat sampling. *In* : Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L. A. C. & Froster M. S. (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington & London, *Smithsonian Institution Press*, pp 97-102.
- Kam Y.-C. & Chen T.-C. (2000). Abundance and movement of a riparian frog (*Rana swinhoana*) in a subtropical forest of Guandau Stream, Taiwan. *Zoological Studies*, 39 : 67-76.
- Kanga K. P., Kouamé N. G., Zogbassé P., Gongomin B. A. I., Agoh K. L., Kouamé A. M., Konan J. C. B. Y. N., Adepo-Gourène A. B., Gourène G., Rödel M. O. (2021). Amphibian diversity of a West African biodiversity hotspot: an assessment and commented checklist of the batrachofauna of the Ivorian part of the Nimba Mountains. *Amphibian & Reptile Conservation* 15 (1) [General Section] : 71–107 (e275).
- Khatiwada J. R., Zhao T., Chen Y., Wang B., Xie F., Cannatella D. C. & Jiang J. (2019). Amphibian community structure along elevation gradients in eastern Nepal Himalaya. *BMC Ecology*, 19 : 19.
- Kohonen T. (1985). *Self-Organizing Maps*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 362 p.
- Kohonen T. (2001). *Self-Organizing Maps*, 3 rd Edition. Springer-Verlag, Berlin (Germany), 457 p.

- Konan N. Y. B. C. J., Kouamé N. G., Kouamé A. M., Adepo-Gourène A. B. & Rödel M.-O. (2016). Feeding habits of two sympatric rocket frogs (Genus *Ptychadena*) in a forest remnant of southern-central Ivory Coast, West Africa. *Entomology, Ornithology and Herpetology, Current Research*, 5 : 1-4.
- Kopij G. (2006). Diet of the black-headed heron *Ardea melanocephala* during the breeding season in South African grasslands. *Biologia*, 61 : 241-244.
- Kopp K., Wachlevski M. & Eterovick P. C. (2006). Environmental complexity reduces tadpole predation by water bugs. *Canadian Journal of Zoology*, 84 : 136-140.
- Kouamé A. M. (2019). Distribution spatio-temporelle, diversité morphologique, régime alimentaire et reproduction des amphibiens du genre *hyperolius* rapp, 1842 du parc national d'azagny (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR des Sciences de la Nature, Université Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 152 p.
- Kouamé N. G., Assemian N. E., Tohé B., Adeba P. J., Gourène G. & Rödel M.-O. (2016). Redécouverte de la grenouille du Mont Nimba, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, dans l'ouest de la Côte d'Ivoire. (Anura: hyperoliidae). *Herpetozoa*, 29 (1/2) : 3-13.
- Kouamé N. G., Boateng O. C. & Rödel M.-O. (2007). A rapid survey of the amphibians from the Atewa Range Forest Reserve, eastern region, Ghana. In: A Rapid Biological Assessment of the Atewa Range Forest Reserve, McCullough J., Alonso L. E., Naskrecki P., Wright E. H. & Osei-Owusu Y. (Eds.), Eastern Ghana. RAP *Bulletin of Biological Assessment. Conservation International*. Arlington, 47 : 76-83.
- Kouamé N. G., Konan N. Y. B. C. J., Adepo-Gourène A. B., Gourène G. & Rödel, M.-O. (2014). The amphibians of the Yakassé-Mé village forest, a threatened rainforest of south-eastern Ivory CoA. *Herpetology Notes*, 7 : 657-665.
- Kouamé N. G., Ofori-Boateng C., Adum G. B., Gourène G. & Rödel M.-O. (2015). The anuran fauna of a West African urban area. *Amphibian & Reptile Conservation*, 9 (2) (édition 106) [Special Section] : 1-14
- Kouamé N. G., Tohé B., Assemian N. E., Gourène G. & Rödel M.-O. (2008). Prey composition of two syntopic *Phrynobatrachus* species in the swamp forest of Banco National Park, Ivory CoA. *Salamandra* 44 : 177-186.

- Kouamé N. G., Tohé B., Assemian N. E., Gourène G., Rödel M. O. (2008). Prey composition of two syntopic *Phrynobatrachus* species in the swamp forest of Banco National Park, Ivory Coast. *Salamandra* 44 : 177-186.
- Kouamé N. G., Tohé B., Assemian N. E., Gourène G & Rödel M.-O. (2018). Spatio-temporal distribution of five species of West African leaf-litter frogs. *Salamandra*, 54 (1) : 21-
- Laë R., Lek S. & Moreau, J. (1999). Predicting fish yield of African lakes using neural networks. *Ecological Modelling*, 20 : 325-335.
- Lamotte M. (1967). Le problème des Ptychadena (Famille des Ranidae) du groupe mascareniensis dans l'Ouest Africain. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris (France), 39 : 647-656.
- Lamotte M. (1971). Le massif des Monts Loma (Sierre Leone). Fascicule I, Tome XIX. Amphibiens. *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, Dakar (Sénégal), 86 : 397-407.
- Lamotte M. (1986). Radiations adaptatives chez les amphibiens anoures actuels, *Italian Journal of Zoology*, 53 : 315-324
- Lamotte M. & Ohler A. (1997). Redécouverte de syntypes de *Rana bibroni* Hallowell, 1845, désignation d'un lectotype et description d'une espèce nouvelle de *Ptychadena* (Amphibia, Anura). *Zoosystema*, 19 : 531-543.
- Lamotte M., Rougerie G., Roy R. & Schnell R. (2003). - Le Nimba et ses principaux biotopes, *in* : Lamotte M. & Roy R. (eds), Le peuplement animal du Mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle* 190 : 29-50. Paris ISBN : 2-85653-554-2.
- Lamotte M. & Roy R. (2003). Le peuplement animal du Mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris (France), 190 : 1-724.
- Lamotte M. & Xavier F. (1972). Recherche sur le développement embryonnaire de *Nectophrynoidea occidentalis* Angel, Amphibien Anoure vivipare. *Annale d'Embryologie et de Morphologie*, 5 : 315-340.

- Lamotte M. & Xavier F (1981): Amphibiens. pp. 773-816 *in*: Durand, J. R. & Lévêque C. (eds): Flore et faune aquatique de l'Afrique sahélo-soudanienne. ORSTOM, Paris.
- Lampert K. P. (2001). Alternative life history strategies in the West African reed frog, *Hyperolius nitidulus*. Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Germany. 168 p.
- Lampert K. E. & Linsenmair K. E. (2002). Alternative life cycle to an unpredictable environment ? *Oecologia*, 130 : 364-372.
- Lauginie F. (2007). La réserve naturelle intégrale du Mont Nimba, un carrefour de diversités biologiques. *In* : Editions *CEDA/NEI et Afrique Nature International* : Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire, 318-340.
- Laurance W.F., Cochrane M. A., Bergen S., Fearnside P. M., Delamonica P., Barber C. V., D'Angelo S. & Tito F. (2001). The future of the Brazilian Amazon. *Science*, 291 : 438-439.
- Leache A. D., Rödel M.-O., Linkem C. W., Diaz R. E., Hillers A. & Fujita M. K. (2006). Biodiversity in a forest island : reptiles and amphibians of the West African Togo Hills. *Amphibian and Reptile Conservation*, 4 : 22-45.
- Lecointre G. & Le Guyader H. (2006). Classification phylogénétique du vivant. 3ème Edition, Berlin, 560 p.
- Leite P.T., Nunes S.D. & Cechin, S. Z. (2007). Diet and habitat use of swamp racer snake, *Mastigodryas bifossatus* Raddi (Serpentes : Colubridae) in subtropical domains of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 : 729-734.
- Legendre P. & Legendre L. (1998). Numerical ecology, 2nd English Edition. *Elsevier Science* BV, Amsterdam, 853 p.
- Lek S., Giraudel J. L., & Guegan J. F. (2000). Neuronal networks: algorithms and architectures for ecologists and evolutionary ecologists. *In* : Lek, S. & Guegan, J. F. (Eds.) : Artificial Neuronal Networks : Application to Ecology and Evolution. *Springer-Verlag*, Berlin, 3-27.

- Lieberman S. S. (1986). Ecology of the leaf litter herpetofauna of a Neotropical rain forest : La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana*, 15 : 1-72.
- Mallon D. P, Hoffman M., Grainger M. J, Hibert F., van Vliet N. & McGowan P. J. K. (2015) An IUCN situation analysis of terrestrial and freshwater fauna in West and Central Africa. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission (No. 54), Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 162p. doi: 10.2305/IUCN. CH.2015.SSC-OP.54.fr.
- Marshall C. A. M. & Hawthorne W. D. (2013). Important plants of northern Nimba County, Liberia. A guide to most useful, rare or ecologically important species, with Mano names and uses. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK, 460 p.
- Martel A., Blooi M. & Adriaensen C. (2014). Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. *Science*, 346 : 630-631.
- Menin M., Lima A. P., Magnusson W. E. & Waldez F. (2007). Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia : mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23 : 539-547.
- MINEF (2015). Ministère des Eaux et Forêt ; Gestion durable des ressources forestières. Rapport pour les Etats généraux de la forêt, de la faune et des ressources en eau, Côte d'Ivoire, 5 p.
- Mohneke M. (2011). Unsustainable use of frogs in West Africa and resulting consequences for the ecosystem. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin, Germany. 194 p.
- Mohneke M., Onadeko A. B., Hirschfeld M. & Rödel M.-O. (2010). Dried or fried : amphibians in local and regional food markets in west Africa. *Traffic bulletin*, 22 : 117-128.
- Mohneke M., Onadeko A. B. & Rödel M.-O. (2011). Medicinal and dietary uses of amphibians in Burkina Faso. *African Journal of Herpetology*, 60 : 78-83.
- Mohneke M. & Rödel M.-O. (2009). Declining amphibian populations and possible ecological consequences-a review. *Salamandra*, 45 : 203-210.

- Mohneke M., Zongo B. & Rödel, M.-O. (2010). Les amphibiens du Burkina Faso. *in* : Biodiversity atlas of West Africa, p. 298-302. Thiombiano A. & Kampmann D. Tom 2, Ouagadougou and Frankfurt/Main.
- Monadjem A., Leigh R. & Denys C. (2016). An African Bat Hotspot : The Exceptional Importance of Mount Nimba for Bat Diversity. *Acta Chiropterologica*, 18 (2) : 359-375.
- Monadjem A., Richards L., Taylor P. J., Denys C., Dower A. & Stoffberg S. (2013). Diversity of Hipposideridae in the Mount Nimba massif, West Africa, and the taxonomic status of *Hipposideros lamottei*. *Acta Chiropterologica*, 15 (2) : 341-352.
- Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., Da Fonseca G. A. B. & Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 : 853-858.
- Neckel-Oliveira S. & Gascon C. (2006). Abundance, body size and movement patterns of a tropical treefrog in continuous and fragmented forests in the Brazilian Amazon. *Biological conservation*, 128 : 308-315.
- Ofori-Boateng C., Leaché A.D., Obeng-Kankam B., Kouamé N. G., Hillers A. & Rödel M.-O. (2018). A new species of puddle frog, genus *Phrynobatrachus* (Amphibia : Anura : Phrynobatrachidae) from Ghana. *Zootaxa*, 4374 (4) : 565-578.
- O'Hara R. B. (2005). Species richness estimators: How many species can dance on the head of a pin? *Journal of Animal Ecology*, 74 : 375-386.
- Onadeko A. B. & Ogoanah O. S. (2016). Habitat selection of four African Treefrogs (*Leptopelis boulengeri*, *Hyperolius burtoni*, *H. guttulatus* and *Africalus dorsalis*) in degraded environments of the Nigeria Delta, Nigeria. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 8 (1) : 27-44.
- OIPR (2019). Etude sur l'état de la biodiversité des Parcs Nationaux et Réserves de Côte d'Ivoire : Îles Ehotilé, Abokouamékro, Dahliafleur, Haut Bandama, Lamto, mont Nimba. Rapport final, 112 p.

- Park Y.-S., Cereghino R., Compin A. & Lek S. (2003). Application of artificial neural networks for patterning and predicting aquatic insect species richness in running waters. *Ecological Modelling*, 160 : 265-280.
- Perraud A. (1971). Les sols. In : Avenard J. M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Toucheboeuf P., Guillaumet J. L., Adjanohoun E. & Perraud A. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, 50 : 265-391.
- Pianka E. R. (1994). Evolutionary ecology. 5e édition, *Harper Collins College Publishers*, New York, 315
- Pielou E. C. (1969). An introduction to mathematical ecology. *Wiley Interscience*, New York, 285 p.
- Pineda E. & Hallfater G. (2004). Species diversity and habitat fragmentation : frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117 : 499-508.
- Poilecot P. (1996). Contribution aux monographies de parc nationaux et réserves de Côte d'Ivoire : éléments du milieu naturel des parcs nationaux de la Comoé, de la Marahoué, des monts Péko et Sangbé ainsi que des réserves du Haut Bandama et du Mont Nimba. Rapport inédit, World Wildlife Fund, Abidjan 72 p.
- Poilecot P. (2001). Inventaire préliminaire du tapis herbacé dans les formations savaniques du Parc national du Mont Sangbé, Côte d'Ivoire. PNRHJ, CIRARD-EMVT et Afrique Nature, Besançon, Montpellier (France) et Abidjan, 37 p.
- Poilecot P. & Loua N.S. (2009). Les feux dans les savanes des monts Nimba, Guinée. *Bois et Forêts des Tropiques*, 63 : 51-66.
- Portik D. M., Bell R. C., Blackburn D. C., Bauer A. M., Barratt C. D., Branch W. R., Burger M., Channing A., Colston T. J., Conradie W., Dehling J. M., Drewes R. C., Ernst R., Greenbaum E., Gvoždík V., Harvey J., Hillers A., Hirschfeld M., Jongsma G.F.M., Kielgast J., Kouete M. T., Lawson L. P., Leaché A. D., Loader S. P., Lötters S., van der Meijden A., Menegon M., Müller S., Nagy Z. T., Ofori-Boateng C., Ohler A., Papenfuss T. J., Rößler D., Sinsch U., Rödel M.-O., Veith M., Vindum J., Zassi-Boulou A.-G. & McGuire J. A. (2019). Sexual dichromatism drives diversification within a major radiation of African amphibians. *Systematic Biology*, 68 : 859-875.

- Pounds J. A., Bustamante M. R. & Coloma L. A. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439 : 161-167.
- Ramade F. (1994). *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. 2<sup>ème</sup> édition Ediscience, Paris, 579 p.
- Raxworthy C. J., Richard G. P., Rabibisoa N., Rakotondrazafy A. M., Ramanamanjato J.-B., Raselimanana A. P., Shenghai W., Nussbaum R. A. & Stone D. A. (2008). Extinction vulnerability of tropical montane endemism from warming and upslope displacement: a preliminary appraisal for the highest massif in Madagascar. *Global Change Biology* 14 : 1703-1720.
- Rittmeyer E. N., Allison A., Gründler Thompson D. K & Austin C. C. (2012). Ecological Guild Evolution and the Discovery of the World's Smallest Vertebrate. *PLOS ONE* 7 (1) : e29797. doi :10.1371/journal.pone.0029797.
- Rocha C. F. D., Van Sluys M., Hatano F. H., Boquimpani-Freitas L., Marra R. V. & Marques R. V. (2004). Relative efficiency of anuran sampling methods in a restinga habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 64 (4) : 879-884.
- Rowe C. L., Hopkins W. A. & Bridges C. (2003). Physiological ecology of amphibians in relation to susceptibility to natural and anthropogenic factors, in Linder, G., Krest, S. et Sparling, D. eds. *Amphibian Decline : An Integrated Analysis of Multiple Stressor Effects*. Pensacola : Society of Environmental Toxicology and Chemistry Press, 9-58.
- Rödger D., Schulte U. & Toledo L. F. (2013). High environmental niche overlap between the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* and invasive bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*) enhance the potential of disease transmission in the Americas. *N West J Zool*, 9 : 178-184
- Rödel M.-O. (2000). Herpetofauna of West Africa vol. I Amphibians of the West African Savannah. Edition Chimaira, 333 p.
- Rödel M.-O. (2003). The amphibians of Mont Sangbé National Park, Ivory CoA. *Salamandra*, 39 : 91-110.



- Rödel M.-O. & Ernst R. (2000). *Bufo taiensis* n. sp., eineneue Kröte aus dem Tai-Nationalpark, Elfenbeinküste. *Herpétofaune*, 22 (125) : 9-16.
- Rödel M.-O & Spieler M. (2000). Trilingual keys to the Savannah-Anurans of the Comoé National Park, Ivory CoA. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*. Serie A, 620 : 1-31.
- Rödel M.-O., Würzburg & Spieler M. B. (2000). Trilingual keys to the savannah-anurans of the Comoé National Park, Ivory CoA. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, 620 : 1-31.
- Rödel M.-O. & Branch W.R. (2002). Herpetological survey of the Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part I : Amphibians. *Salamandra*, 38 : 245-268.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2002a). A new *Phrynobatrachus* from the Upper Guinean rain forest, West Africa, including a description of a new reproductive mode for the genus. *J. Herpetol.* 36 : 561-571.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2002b). A new reproductive mode for the genus *Phrynobatrachus* : *Phrynobatrachus alticola* has nonfeeding, nonhatching tadpoles. *Journal of Herpetology*, 36 (1) : 121-125.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2003). The amphibians of Marahoué and Mont Péko National Parks, Ivory Coast. *Herpetozoa* 16 : 23–39.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2004). Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica* 10 : 1-14.
- Rödel M.-O., Krätz D. & Ernst R. (2002). The tadpole of *Ptychadena aequiplicata* (Werner, 1898) with the description of a new reproductive mode for the genus (Amphibia, Anura, Ranidae). *Alytes*, 20 : 1-12.
- Rödel M.-O. & Agyei A. C. (2003). Amphibians of the Togo-Volta highlands, eastern Ghana. *Salamandra*, 39 : 207-234.
- Rödel M.-O & Ernst R (2003). The amphibians of Marahoué and Mont Péko National Parks, Ivory CoA. *Herpetozoa*, 16 : 23-39.

- Rödel M-O & Ernst R (2004). Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10 : 1-14.
- Rödel M.-O., Bangoura A. M. & Böhme W. (2004). The amphibians of the south-eastern Republic of Guinea (Amphibia : Gymnophiona, Anura). *Herpetozoa*, 17 : 99-118.
- Rödel M.-O., Rudolf V. H. W., Frohschammer S. & Linsenmair K. E. (2004). Life history of a West African tree-hole breeding frog, *Phrynobatrachus guineensis* Guibé & Lamotte, 1961 (Amphibia, Anura, Conrauidae). pp. 31-44. In : Lehtinen R.M. (Ed.): Ecology and evolution of phytotelm-breeding anurans, Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan. 73 p.
- Rödel M.-O., Gil M., Agyei A. C., Leaché A. D., Diaz, R. E., Fujita M. K. & Ernst R. (2005). The amphibians of the forested parts of south-western Ghana. *Salamandra*, 41 : 107-127.
- Rudolf V. H. W. & Rödel M.-O. (2005). Oviposition site selection in a complex and variable environment : the role of habitat quality and conspecific cues. *Oecologia*, 142 : 316-325.
- Sandberger-Loua L., Doumbia J. & Rödel M.-O. (2018). The West African giant squeaker, *Arthroleptis krokosua* Ernst, Agyei & Rödel, 2008 (Amphibia : Anura : Arthroleptidae) recorded in Guinea. *Herpetology Notes*, 11 : 271-273.
- Sandberger-Loua L., Hillers A., Doumbia J., Loua N., Brede C. & Rödel M.-O. (2010). Rediscovery of the Liberian Nimba toad, *Nimbaphrynoides liberiensis* (Xavier, 1978) (Amphibia : Anura: Bufonidae), and reassessment of its taxonomic status. *Zootaxa*, 2355 : 56-68.
- Schäfer M., Doumbia J. & Rödel M.-O. (2019). The freshwater crab *Liberonautes latidactylus* (de Man, 1903) preys on adult Allen's Giant Frog, *Conraua alleni* (Barbour and Loveridge, 1927). *Herpetology*, 12 : 1073-1076
- Schmidt B. R. (2007). Prädatoren Parasiten und Geduld : Neue Erkenntnisse zur Wirkung von Pestiziden auf Amphibien. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, Germany, 14 : 1-8

- Schnell R. (1987). Les formations herbeuses montagnardes des monts Nimba (Ouest africain). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Adansonia*, 2 : 137-151.
- Schnell R. (1998). Le Mont Nimba, Carrefour ouest-africain des flores. *In* : Lamotte M. (édition). Le Mont Nimba, Réserve de la Biosphère et site du Patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire. Initiation à la géomorphologie et à la biogéographie. UNESCO, paris : 55-76.
- Shannon C. E & Weaver W. (1963). The mathematical theory of communication. *Urbana University Press, Illinois*, 127 p.
- Shoemaker V. H., Hillman S. H., Hillyard S. D., Jackson D. C., McLanahan L. L., Withers P. C. & Wygoda M. L. (1992). Exchange of water, ions and respiratory gases in terrestrial amphibians. *In* : Environmental physiology of amphibians. Feder M. E. & Burggren W. W. (Eds.). *University of Chicago Press* : 183-200.
- Statsoft, Inc, (2005). STATISTICA for windows version 7.1. Data analysis software system.
- Stebbins J. C. & Cohen W. N. (1995): A Natural History of Amphibians, Princeton University Press, 179-181.
- Stechert C., Kolb M., Rödel M.-O. & Bahadır M. (2014). Effects of insecticide formulations used in cotton cultivation in West Africa on the development of flat-backed toad tadpoles (*Amietophrynus maculatus*). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. *Environmental Science and Pollution Research*, 10 p. DOI 10.1007/s11356-014-3462-y.
- Struhsaker T. T. (2001). Africa's Rain Forest Protected Areas : Problems and Possible Solutions. The Center for Applied Biodiversity Science, *Conservation International*, Washington, 55 p.
- Struhsaker T. T. (2002). Strategies for conserving forest national parks in Africa with the case study from Uganda. *In* : Making Parks Work, Strategies for Preserving Tropical Nature Terborgh. Van Schaik J., Davenport C., L. & Rao M. (Eds.). *Island Press*, Washington : 97-111.

- Tohé B. (2009). Reproduction et régime alimentaire de trois espèces d'Anoures des habitats dégradés du parc National du Banco (Côte d'Ivoire) : *Ptychadena mascareniensis*, *Ptychadena pumilio* et *Hoplobatrachus occipitalis*. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences de la Nature, Université Abobo-Adjamé, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 104 p.
- Tohé B., Kouamé N. G., Assemian N. E. & Gourène G. (2015). Diet of two sympatric rocket frogs (Amphibia, Anura, Ptychadenidae : *Ptychadena*) in the disturbed parts of a West African rainforest. *International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology*, 2 : 444-459.
- Toledo L. F., Ribeiro R. S. & Haddad C. F. B. (2007). Anurans as prey : an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology*, 271 : 170-177.
- UICN. (2018). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni : UICN. vi 32pp.
- UICN/PAPACO. (2009). Patrimoine Mondial Naturel de l'Afrique de l'Ouest : état, valeurs du label et priorités de conservation, 71 p.
- UICN/UNESCO. (2007). Rapport de mission à la Réserve naturelle intégrale des Monts Nimba, Guinée, 48 p.
- UICN/UNESCO. (2008). Rapport de mission Mont Nimba Côte d'Ivoire, 18 p.
- Urbina-Cardona J. N. M., Olivares-Perez & Reynoso (2006). Herpetofauna diversity and micro-environment correlates across a pasture edge-interior Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132 : 61-75.
- Vallan D. (2000). Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature of Ambohitantely highland Madagasc. *Biological Conservation*, 96 : 31-43.
- Van Der Hoek Y., Tuyisingize D., Eckardt W., Garriga N. & Derhé M. A. (2019). Spatial variation in anuran richness, diversity, and abundance across montane wetland habitat in Volcanoes National Park, Rwanda. *Ecology and Evolution*, 2019 : 1-11.
- Vonesh J. R. (2001). Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33 : 502-510.

- Wells D. K. (2007). The Ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago and London, 1085 p.
- Werner E. E. & Glennemeier K. S. (1999). Influence of forest canopy cover on the breeding pond distributions of several amphibians species. *Copeia*, 1 : 1-12.
- Whiles M. R., Lips K. R. & Pringle C. M. (2006). The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4 : 27-34.
- Whitfield S. M., Bell K. E., Philippi T., Sasa M., Bolanos F., Chaves G., Savage J. M. & Donnelly M. A. (2007). Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 104 : 8352-8356.
- Woods D. (2003). The tragedy of the cocoa pod : rent-seeking, land and ethnic conflict in Ivory CoA. *The Journal of Modern African Studies*, 41 (4) : 641-655.
- Wu C.-S. & Kam Y.-C. (2005). Thermal tolerance and thermoregulation by Taiwanese Rhacophorid tadpoles (*Buergeria japonica*) living in geothermal hot springs and streams. *Herpetologica*, 61 : 35-46.
- Xavier F. (1978). Une espèce nouvelle de *Nectophrynoïdes* (Anura, Bufonidae) des Monts Nimba, *N. liberiensis* n.sp. I - description de l'espèce. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 103 : 431-441.
- Xavier F. (1986). La reproduction des *Nectophrynoïdes*. In : Grassé, P.-P. & Delsol, M. (Ed) *Traité de Zoologie, anatomie, systématique, biologie. Tome XIV, Batraciens, fascicule IB*. Masson, Paris, pp. 497-513.
- Zabi S. G. (1993). Organisation des peuplements de la macrofaune benthique. *Agronomie Africaine*, 1 : 39-52.
- Zimmerman B. L. (1994). Audio strip transects. In : Heyer W. R. Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L.-A.C. & Froster M. S. (Eds.) : *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington and London* : 92-97.

**PUBLICATION**



# Amphibian diversity of a West African biodiversity hotspot: an assessment and commented checklist of the batrachofauna of the Ivorian part of the Nimba Mountains

<sup>1</sup>Kouassi Philippe Kanga, <sup>1,\*</sup>N’Goran Germain Kouamé, <sup>1</sup>Parfait Zogbassé, <sup>1</sup>Basseu Aude-Inès Gongomin, <sup>1</sup>Konan Laurent Agoh, <sup>2</sup>Akoua Michèle Kouamé, <sup>2</sup>Jean Christophe B.Y.N. Konan, <sup>2</sup>Abouo Béatrice Adepo-Gourène, <sup>2</sup>Germain Gourène, and <sup>3</sup>Mark-Oliver Rödel

<sup>1</sup>Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop), Daloa, BP 150, COTE D’IVOIRE <sup>2</sup>Université Nangui Abrogoua, Pôle de Recherche Pêche et Aquaculture, UFR-SGE, 02 BP 801, Abidjan 02, COTE D’IVOIRE <sup>3</sup>Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, GERMANY

**Abstract.**—This article provides the first assessment and commented checklist of the anuran diversity of the Ivorian part of the Mount Nimba Integrated Nature Reserve (MNINR), West Africa. During a period of 81 days from 18 June 2018 to 17 May 2019, covering both the rainy and dry seasons, 53 amphibian species were recorded. Among these species, 30.2% were endemic to either the Upper Guinea forest zone or smaller areas within that biodiversity hotspot. The amphibian fauna of the Ivorian slope of the MNINR is very similar to those of the Guinean side of Mounts Nimba and the Guinean Simandou Range. Based on the current IUCN Red List data, several recorded species are of high conservation concern: the Critically Endangered *Nimbaphrynoides occidentalis*; the Endangered *Hyperolius nimbae*; and the Near Threatened *Leptopelis macrotis*, *Leptopelis occidentalis*, and *Odontobatrachus arndti*. Of particular interest among the survey records were the poorly known *Ptychadena arnei*, *P. pujoli*, and *P. submascareniensis*. The records of *Ptychadena retropunctata* and *Arthroleptis crusculum* represent first country records for Ivory Coast, while the records of *Odontobatrachus arndti* and *Phrynobatrachus fraterculus* are the second records for the country. In contrast to the Guinean and Liberian parts of Mounts Nimba, the Ivorian part had never been mined or explored for mining, nor do such plans currently exist. As a result, the study area still holds intact mountain forests that include rare and unique habitats with exceptional biodiversity, which need to be preserved for future generations. Consequently, conservation strategies should minimize bush-fires in mountain grasslands, e.g., to protect the viviparous toad *N. occidentalis*. At lower elevations, it is important to encourage local activities concerning reforestation of the previously forested areas and the conservation of the (sacred) village forests.

**Keywords.** Anura, conservation, endemics, first record, Ivory Coast, UNESCO World Heritage Site, taxonomy, Upper Guinea forest

**Citation:** Kanga KP, Kouamé NG, Zogbassé P, Gongomin BAI, Agoh KL, Kouamé AM, Konan JCBYN, Adepo-Gourène AB, Gourène G, Rödel MO. 2021. Amphibian diversity of a West African biodiversity hotspot: an assessment and commented checklist of the batrachofauna of the Ivorian part of the Nimba Mountains. *Amphibian & Reptile Conservation* 15(1) [General Section]: 71–107 (e275).

**Copyright:** © 2021 Kanga et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [Attribution 4.0 International (CC BY 4.0): <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. The official and authorized publication credit sources, which will be duly enforced, are as follows: official journal title *Amphibian & Reptile Conservation*; official journal website: [amphibian-reptile-conservation.org](http://amphibian-reptile-conservation.org).

**Accepted:** 28 April 2021; **Published:** 27 June 2021

## Introduction

Worldwide habitat loss and the consequent decline of terrestrial vertebrates have particularly severe impacts on amphibians (e.g., Lips 1999; Raxworthy and Nussbaum 2000; Hero and Morrison 2004; Stuart et al. 2004; Crawford et al. 2010). Mountainous regions are particularly important areas for the conservation of amphibians since they provide a large number of different habitat types with high species richness. In particular, the species inhabiting the higher elevations are often range restricted or endemic (Herrmann et al.

2005; Kozak and Wiens 2010; Blackburn 2008; Juárez-Ramírez et al. 2016; Portik et al. 2016; Doherty-Bone and Gvoždik 2017; Khatiwada et al. 2019; van der Hoek et al. 2019; Bittencourt-Silva et al. 2020). This pattern also applies to the West African highlands, which host unique and remarkable amphibian species (Kouamé et al. 2007; Hillers et al. 2008a; Ofori-Boateng et al. 2018). The Upper Guinean forest zone of West Africa is among the most important global biodiversity hotspots (Myers et al. 2000). Within that ecoregion, the Mounts Nimba is situated on the borders between Liberia, Guinea, and Ivory Coast, and harbors a particularly large number of

**Correspondence.** \*ngoran\_kouame@yahoo.fr

endemic species (Schnell 1952; Angel et al. 1954a,b; Lamotte and Sanchez-Lamotte 1999; Énard and Brosset 2003; Girard 2003; Ineich 2003; Roy 2003; Monadjem et al. 2013; Decher et al. 2016; Simmons et al. 2021). Thus, this mountain range, which abruptly rises from the surrounding plains up to an elevation of 1,752 m asl, is considered of ‘Exceptionally High Priority’ for the conservation of biodiversity in the Upper Guinea forest zone (Bakarr et al. 2001).

While the amphibian fauna of Mounts Nimba ranks among the most species rich and most intensively studied of the amphibian faunas in West Africa (Rödel et al. 2004), almost all research has been done on the Guinean and Liberian parts of the mountain range (e.g., Guibé and Lamotte 1958a,b, 1963; Xavier 1978; Rödel et al. 2010; Sandberger et al. 2010; Sandberger-Loua et al. 2018a; Schäfer et al. 2019), and none has ever focused exclusively on the Ivorian part of the mountains. One particular research focus was on the viviparous toad *Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943), which is a flagship species for the conservation of the area (e.g., Lamotte 1959; Lamotte and Sanchez-Lamotte 1999; Hillers et al. 2008a; Xavier 2009; Sandberger et al. 2010; Sandberger-Loua et al. 2016, 2017, 2018b). However, although much research effort has been directed to the amphibian fauna of the Nimba Mountains, as indicated by the accumulation of tens of thousands of amphibian vouchers at the Muséum National d’Histoire Naturelle in Paris, new records and new species descriptions continue to be published from the Guinean and Liberian parts of Mounts Nimba (Rödel et al. 2009, 2010; Barej et al. 2015; Sandberger-Loua et al. 2018a). Thus, there is a pressing need to investigate the Ivorian part of the Nimba Mountains as well, and such research seems particularly urgent as the steadily increasing human population in the area is demanding access to land. As a result of armed conflicts in Ivory Coast and neighboring countries, a massive influx of refugees into the forested areas of western Ivory Coast is increasingly limiting the few remaining areas of primary rainforests (Woods 2003). The northern part of Mounts Nimba, shared between Guinea and Ivory Coast, received strict protection in 1944. The Ivorian part was gazetted as an UNESCO World Heritage Site in 1982, and declared the Mount Nimba Integrated Nature Reserve (MNINR) by the national law 2002-102 of February 2002, and the property was integrated into the public domain of Ivory Coast (Lauginie 2007). This paper presents the results of recent field surveys with the aim of providing a better understanding of the batrachofauna of the Ivorian sector of the Nimba Mountains, and this information will contribute to the long-term protection of this unique and biodiverse area.

## Materials and Methods

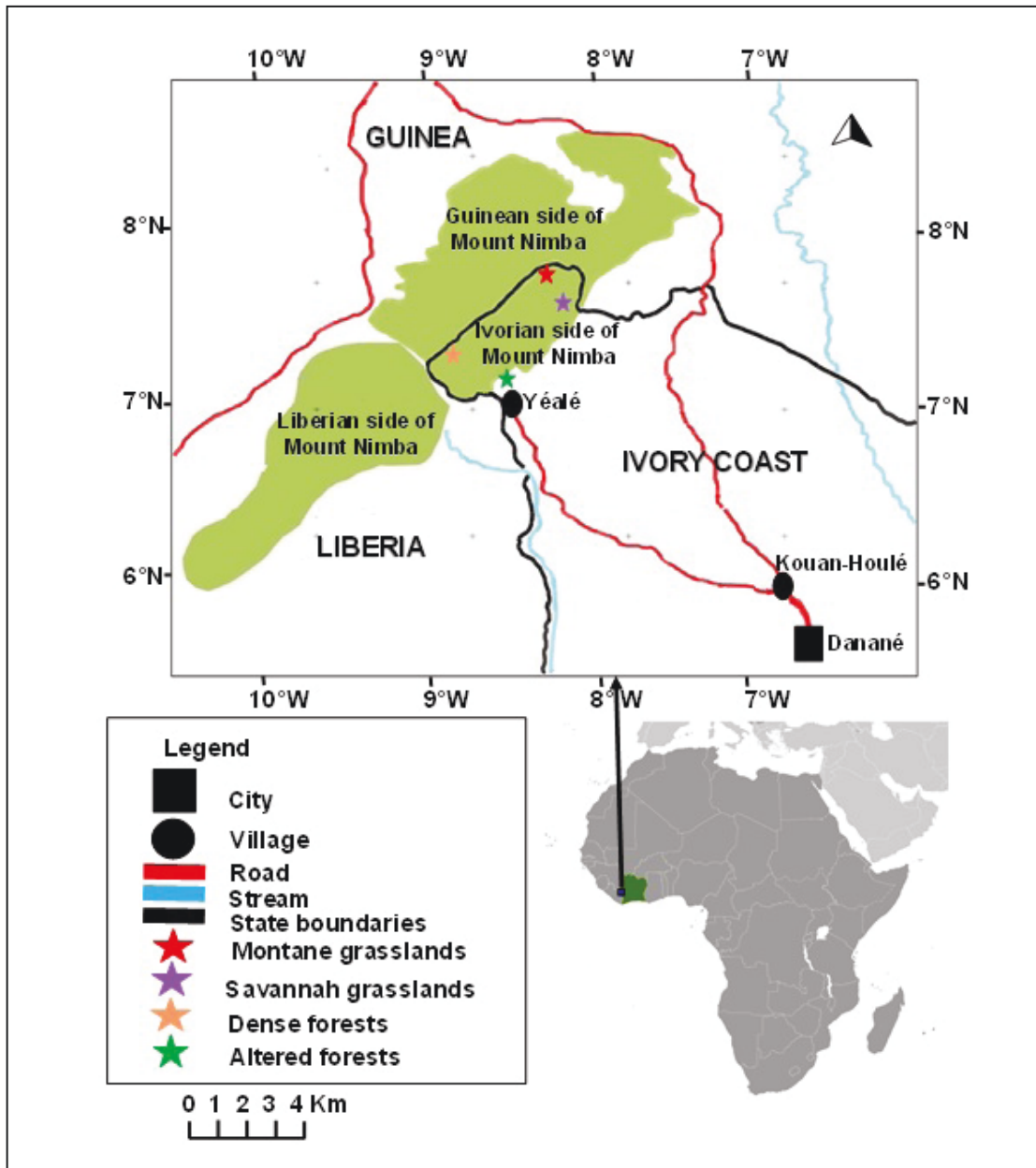
**Study area.** Amphibian surveys were carried out in the Mount Nimba Integrated Nature Reserve (MNINR),

situated at the westernmost extension of the mountains in Ivory Coast (07°25’–07°45’N, 008°20’–008°35’W; Fig. 1). Covering 5,000 ha, the MNINR makes up only a small portion of the Nimba Mountains, while the largest part (12,540 ha) is located in Guinea. The highest peak of the Nimba Mountains is the Richard-Molard with an altitude of 1,752 m asl (Lamotte et al. 2003a,b; Lauginie 2007).

The varied geomorphology and the sub-equatorial climate, with strong seasonal and altitudinal differences, result in a variety of different microclimates. Fluctuations of mean annual temperatures range between 22–27 °C on the mountain bases to 16–21 °C on the peaks. Daily temperature fluctuations may span more than 20 °C during the dry season. Temperatures are lowest during the core rainy season from August to September, and reach highest values in March and April. The rainy season extends over eight to nine months, and is only interrupted by a short dry season from November/December to February/March. Annual precipitation varies considerably between the low and high elevations and is highest in the montane grasslands, where it may reach up to 3,500 mm. In the dry season a warm, dry and dusty wind, known as Harmattan, prevails (Lauginie 2007). Humidity in the rainy season usually exceeds 80%, but drops below 30% during Harmattan periods. The Nimba range is a water reservoir, and the source of more than 50 streams and rivers, among which the rivers Cavally, Gouè, and Nuon are of regional importance. During the rainy season, the montane parts of the mountains are mostly enveloped in clouds. The slopes are predominantly covered with dense evergreen forests at lower to mid-elevations, giving way to patches of moist savannah. Higher elevations (those above ~1,200 m asl) are dominated by montane grasslands on iron-ore ground (Lamotte 1998; Lamotte et al. 2003a,b; Lauginie 2007).

**Survey sites.** Four distinct habitat types are distinguished with different amphibian assemblages. Their definitions have been based on elevation and vegetation. Habitat A (Fig. 2) comprises montane grasslands present at the highest elevations. Habitat B (Fig. 3) is a mid-elevation savannah/grassland. An important species in the montane grasslands and mid-elevation savannah is *Loudetia kagerensis* (Poaceae), which grows on iron-oxide quartzite ground. These open habitats are frequently affected by fires during the dry season. Habitat C (Fig. 4) is dense, broadleaf and evergreen forests stretching from lower to mid-elevations (422 to 847 m asl). Torrent streams cross these mountain forests in ravines, and the water level of mountain streams decreases considerably during the dry season. Habitat D (Fig. 5) comprises altered, former forest habitat that is now inhabited predominantly by non-forest species. This area is close to Yéalé village, situated at 377 m asl, about 2 km from the periphery of the MNINR. The village area is bordered by islands of bamboo forests, partly intact forests, degraded forests with large clearings, and thick grassy





**Fig. 1.** Geographical location of the Mount Nimba Integrated Nature Reserve, within the westernmost extension of Ivory Coast at the border crossing point with Guinea and Liberia. Four distinct habitats with different amphibian assemblages based on altitudinal and vegetation types are indicated: Montane grasslands at the highest elevations (A: red star; Fig. 2); Mid-elevation savannah grasslands (B: purple star; Fig. 3); Dense, broadleaf and evergreen forests from lower to mid-elevations (C: orange star; Fig. 4); and Altered forests (D: green star; Fig. 5). The inset figure indicates the location of Ivory Coast (green patch) on the African continent.

and shrubby vegetation around houses. Cocoa and coffee plantations, small-scale subsistence farming, cultivating plantains, cassava, and corn, as well as swamps used for rice cultivation, dominate large parts of the village's surroundings.

#### Field work, sampling effort, and vouchers.

Despite the absence of the panzootic chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) from West Africa west of the Dahomey Gap (Penner et al. 2013; Zimkus et al. 2020), as a precaution new or disinfected equipment

was always used on each survey. Animals were mainly found opportunistically through visual encounter surveys (Heyer et al. 1994; Rödel and Ernst 2004), supplemented by acoustic surveying, lifting logs and rocks, peeling away bark, scraping through leaf litter, tufts, grasses, and broad-leaved trees, and searching around or within water-filled tree holes. Furthermore, potential breeding sites were checked for tadpoles by dip-netting. Because amphibians were not marked, repeated observations of a given individual in multiple visits cannot be excluded. Surveys of all accessible habitats were conducted by

## Amphibians of the Nimba Mountains (Ivorian part)



**Fig. 2.** Montane grasslands (habitat A) at 1,241 m asl.



**Fig. 3.** Mid-elevation savannah (habitat B).



**Fig. 4.** Lower to mid-elevation dense, evergreen forest (habitat C) at 847 m asl.



**Fig. 5.** The Yéalé village at the foothills of Mounts Nimba showing altered former forest habitat (habitat D). The mountains are visible in the background.

five people during both day (0830–1230 h GMT) and night (1800–2200 h GMT). Field work was conducted in the rainy and dry seasons, and included a total of 81 days from 18 June 2018 to 17 May 2019. Habitats B, C, and D were each investigated 56 times (day and night) during the rainy season, and 25 times (day and night) in the dry season. The montane grasslands (A) were investigated 12 times in the rainy season and seven times in the dry season, both during daytime only (Table 1). Night searches could not be conducted in this habitat, as overnight stays were not possible, and descending the mountain at night was too dangerous.

The overall sampling effort involved 3,240 person-hours. The geographical coordinates using the WGS84 datum for each site were recorded with a hand-held GPS

device (Garmin 20 etrex). The observations for each species are summarized below, and the nomenclature used herein follows Channing and Rödel (2019). Amphibians were captured by hand and identified to species level. All individuals were photographed, measured, sexed, and if not retained as vouchers, released in their respective habitats. The symbols in “\*” refer to records that probably comprises several species in the Tables and Appendix. Snout-urostyle-lengths (SUL) were taken with dial calipers (accuracy  $\pm 0.5$  mm). Voucher specimens were euthanized in a 1,1,1-trichloro-2-methyl-2-propanol hemihydrate (MS222) solution, preserved in 80% ethanol, and deposited at the Jean Lorougnon Guédé University, Daloa, Ivory Coast. The numbers of retained vouchers (NGK) are listed with the species accounts.

**Table 1.** Number of daily searches, during the 81 day period from 18 June 2018 to 17 May 2019, in each of the four habitat types (A, B, C, and D) in Mount Nimba Integrated Nature Reserve. The habitat types are described in the “Survey Sites” section in **Materials and Methods**.

Habitat A				Habitat B				Habitat C				Habitat D			
Dry season		Rainy season		Dry season		Rainy season		Dry season		Rainy season		Dry season		Rainy season	
Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
5	0	12	0	25	25	56	56	25	25	56	56	25	25	56	56

**Statistics.** As most data were collected opportunistically (and are thus not strictly quantitative), only the Chao2 and Jackknife1 estimators, both based on presence/absence data and for all habitats, were used to calculate expected species richness and thus sampling efficiency, using the software EstimateS (Colwell 2006). Calculations were based on the daily species lists (81 days of survey work) for all 53 amphibian taxa recorded in MNINR. To avoid order effects, calculations were based on 500 randomized runs of the daily species lists. The Sørensen's similarity index ( $\Pi$ ), which varies from 0 to 1 (Sørensen 1948; Wolda 1981), was used to determine species similarity between the four habitat types (A, B, C, and D). Likewise,  $\Pi$  was used for pairwise comparisons between species overlap with the MNINR (this study) and eight nearby and surrounding sites in the western part of the Upper Guinean hotspot that were previously surveyed (Chabanaud 1920, 1921; Parker 1936; Guibé and Lamotte 1958a, 1963; Laurent 1958; Schiøtz 1967; Taylor 1968; Böhme 1994a,b; Lamotte and Ohler 1997, 2000; Rödel 2003; Rödel and Ernst 2003; Rödel and Bangoura 2004; Rödel et al. 2004; Ernst et al. 2006; Hillers et al. 2008a; Barej et al. 2015; Sandberger-Loua et al. 2018; Schäfer et al. 2019). The *Hyperolius* sp. by Hillers et al. (2008a) from Fouta Djallon was *H. occidentalis* (N.G. Kouamé, pers. obs.). Because the intraspecific morphological variation of frogs from the West African *Arthroleptis poecilonotus*-complex (< 30 mm snout-urostyle length) overlaps with interspecific variation, it is currently not possible to distinguish these frogs at the species level based on morphological characteristics alone (Rödel and Bangoura 2004). Advertisement calls of our records hint that these squeaker frogs may actually represent several taxa, but are treated herein as one taxon, termed *Arthroleptis poecilonotus*-complex. Apart from *Hyperolius* sp., the records of frogs not identified to the species level were excluded from the calculations of the Sørensen index.

## Results

### Species Richness and Faunal Similarities

A total of 53 anuran species were recorded in MNINR. A list of all taxa with site records, known general habitat preferences, distribution range, and the current IUCN Red List category is provided in Table 2. Concerning range, our definition of West Africa follows Penner et al. (2011), i.e., a region extending from Senegal in the west to the Nigerian Cross River in the east. Using the estimators, we calculated 53 (sd:  $\pm$  0.62; Chao 2) and 54 (sd:  $\pm$  1.39; Jack-knife 1) anuran species to occur in the study area. Thus, we found almost the entirety of the species richness (100% and 96.29%, respectively) for the Ivorian sector of Mounts Nimba.

Approximately one-third (16 spp., 30.2%) of the recorded species are restricted to the Upper Guinean

forest zone, while another one-third (16 spp., 30.2%) are even further limited to the western part of this biodiversity hotspot. Two species (3.8%), *Hyperolius nimbae* and *Nimbaphrynoides occidentalis*, are endemic to the Nimba area; while eight species (15.1%) have a larger West African range. Eleven species (20.75%) are known to occur beyond West Africa (Table 2).

Over one-quarter of the species encountered (14 sp., 26.4%) require forest habitats. Among them, eight species (15.1%) are typical savannah specialists; five (9.4%) occur in farmbush (degraded forest) habitats, while 11 (20.8%) are known to inhabit savannah and farmbush habitats; nine (17%) are known from forest and savannah habitats; and two species (3.8%), *Phrynobatrachus gutturosus* and *Ptychadena arnei*, have been recorded across the entire broad habitat range from savannah and farmbush to forest (Table 2).

Concerning the habitat specific species richness in MNINR, the following species numbers were recorded in each of the four distinct habitats: four species in A, eight in B, 21 in C, and 32 in D. Two species (*Phrynobatrachus tokba* and *Ptychadena submascareniensis*) were common to habitats A and B, while three (*Astylosternus occidentalis*, *Sclerophrys maculata*, and *Phrynobatrachus tokba*) were common to B and C. Three species (*Leptopelis viridis*, *Sclerophrys maculata*, and *Hoplobatrachus occipitalis*) occurred in B and D, and five (*Arthroleptis poecilonotus*-complex, *Leptopelis macrotis*, *Sclerophrys maculata*, *Hyperolius chlorosteus*, and *Kassina cochranae*) were found in C and D (Table 2). Habitat A showed the highest species overlap/similarity ( $\Pi$ -value: 0.33) with habitat B; habitat B shared a mean species overlap/similarity ( $\Pi$ -value: 0.21) with habitat C, and the lowest species overlap/similarity ( $\Pi$ -value: 0.21) with habitat D ( $\Pi$ -value: 0.15); while habitat C shared a low species overlap/similarity ( $\Pi$ -value: 0.19) with habitat D.

One species, *Phrynobatrachus tokba*, occurs in forest, farmbush habitats, and montane grasslands; another species (*Ptychadena submascareniensis*) inhabits savannah and montane grasslands; while two species (3.8%), *Arthroleptis crusculum* and *Nimbaphrynoides occidentalis*, are confined to montane grasslands only (Table 2).

With respect to the IUCN status of threatened species, one species (*Nimbaphrynoides occidentalis*) is ranked as Critically Endangered; one species, *Hyperolius nimbae*, is listed as Endangered; four (*Arthroleptis crusculum*, *Leptopelis macrotis*, *L. occidentalis*, and *Odontobatrachus arndti*) are Near Threatened; and four (*Hyperolius soror*, *Ptychadena arnei*, *P. pujoli*, and *P. submascareniensis*) are Data Deficient.

The results of the Sørensen's similarity index for pairwise comparisons between the MNINR (this study) and eight nearby and surrounding sites from the western part of the Upper Guinean hotspot are presented in

## Amphibians of the Nimba Mountains (Ivorian part)

**Table 2.** Amphibian species recorded in the Mount Nimba Integrated Reserve with respective habitat records, known habitat preferences, distribution range, and IUCN Red List category. Habitats A, B, C, and D are described in the “Survey Sites” section in Materials and Methods. AF = Africa (any range beyond West Africa), WA = West Africa (defined as the area west of the Cross River in Nigeria), UG = Upper Guinea (defined as forest zone west of the Dahomey Gap), wUG = western Upper Guinea (defined as any range from western Ivory Coast or beyond the western part of this country), E = endemic to Mounts Nimba; S = savannah, MG = montane grasslands, FB = farmbrush (degraded and secondary forest), F = forest; IUCN categories: LC = Least Concern, NT = Near Threatened, EN = Endangered, CR = Critically Endangered, NE = Not Evaluated by IUCN.

Families and species	Habitats				Distribution range					Habitat preferences				IUCN Red List
	A	B	C	D	AF	WA	UG	wUG	E	S	MG	FB	F	
<b>Arthroleptidae</b>														
<i>Arthroleptis crusculum</i>	X							X			X			NT
<i>Arthroleptis poecilonotus-complex*</i>			X	X			X					X	X	NE
<i>Astylosternus occidentalis</i>		X	X					X					X	LC
<i>Cardioglossa occidentalis</i>			X				X						X	NE
<i>Leptopelis macrotis</i>			X	X			X						X	NT
<i>Leptopelis occidentalis</i>			X				X						X	NT
<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>			X				X					X	X	LC
<i>Leptopelis viridis</i>		X		X	X					X		X		LC
<b>Bufonidae</b>														
<i>Nimbaphrynoides occidentalis</i>	X								X		X			CR
<i>Sclerophrys maculata</i>		X	X	X	X					X		X		LC
<i>Sclerophrys regularis</i>				X	X					X		X		LC
<i>Sclerophrys togoensis</i>			X				X						X	LC
<b>Conrauidae</b>														
<i>Conraua alleni</i>			X					X					X	LC
<b>Dicroglossidae</b>														
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>		X		X	X					X		X		LC
<b>Hemisotidae</b>														
<i>Hemisis marmoratus</i>				X	X					X				LC
<b>Hyperoliidae</b>														
<i>Afrixalus dorsalis</i>				X		X				X		X		LC
<i>Afrixalus fulvovittatus</i>				X			X					X		LC
<i>Hyperolius chlorosteus</i>			X	X				X					X	LC
<i>Hyperolius concolor</i>				X			X			X		X		LC
<i>Hyperolius fusciventris fusciventris</i>				X				X				X		LC
<i>Hyperolius guttulatus</i>				X		X						X	X	LC
<i>Hyperolius lamottei</i>		X						X		X				LC
<i>Hyperolius nimbae</i>				X					X			X		EN
<i>Hyperolius picturatus*</i>				X			X					X	X	LC
<i>Hyperolius soror</i>			X					X				X		DD
<i>Hyperolius cf. sylvaticus</i>				X			X					X	X	LC
<i>Hyperolius sp.</i>				X				X				X		NE
<i>Kassina cochranae</i>			X	X				X		X		X		LC
<b>Odontobatrachidae</b>														
<i>Odontobatrachus arndti</i>			X					X					X	NT
<b>Phrynobatrachidae</b>														

**Table 2 (continued).** Amphibian species recorded in the Mount Nimba Integrated Reserve with respective habitat records, known habitat preferences, distribution range, and IUCN Red List category. Habitats A, B, C, and D are described in the “Survey Sites” section in Materials and Methods. AF = Africa (any range beyond West Africa), WA = West Africa (defined as the area west of the Cross River in Nigeria), UG = Upper Guinea (defined as forest zone west of the Dahomey Gap), wUG = western Upper Guinea (defined as any range from western Ivory Coast or beyond the western part of this country), E = endemic to Mounts Nimba; S = savannah, MG = montane grasslands, FB = farmbush (degraded and secondary forest), F = forest; IUCN categories: LC = Least Concern, NT = Near Threatened, EN = Endangered, CR = Critically Endangered, NE = Not Evaluated by IUCN.

Families and species	Habitats				Distribution range					Habitat preferences				IUCN Red List
	A	B	C	D	AF	WA	UG	wUG	E	S	MG	FB	F	
<i>Phrynobatrachus alleni</i>			X				X						X	LC
<i>Phrynobatrachus annulatus</i>			X				X						X	LC
<i>Phrynobatrachus francisci</i>				X		X				X				LC
<i>Phrynobatrachus fraterculus</i>			X					X				X	X	LC
<i>Phrynobatrachus guineensis</i>			X					X					X	LC
<i>Phrynobatrachus gutturosus*</i>				X		X				X		X	X	LC
<i>Phrynobatrachus latifrons</i>				X		X				X		X		LC
<i>Phrynobatrachus liberiensis</i>			X				X						X	LC
<i>Phrynobatrachus natalensis</i>				X	X					X				LC
<i>Phrynobatrachus phyllophilus</i>			X				X						X	LC
<i>Phrynobatrachus tokba</i>	X	X	X				X				X	X	X	LC
<b>Pipidae</b>														
<i>Xenopus tropicalis</i>				X		X						X	X	LC
<b>Ptychadenidae</b>														
<i>Ptychadena arnei</i>				X				X		X		X	X	DD
<i>Ptychadena bibroni</i>				X	X					X		X		LC
<i>Ptychadena longirostris</i>			X			X						X	X	LC
<i>Ptychadena oxyrhynchus</i>				X	X					X		X		LC
<i>Ptychadena pujoli</i>				X				X		X				DD
<i>Ptychadena pumilio</i>				X	X					X		X		LC
<i>Ptychadena retropunctata</i>		X						X		X				LC
<i>Ptychadena stenocephala</i>				X	X					X				LC
<i>Ptychadena submascareniensis</i>	X	X						X		X	X			DD
<i>Ptychadena tournieri</i>				X		X				X				LC
<b>Ranidae</b>														
<i>Amnirana</i> sp. ‘albolabris west’				X			X					X	X	NE
<b>Rhacophoridae</b>														
<i>Chiromantis rufescens</i>				X	X								X	LC

Table 3. Among the Ivorian sites, the Taï National Park had the highest similarity (I<sub>j</sub>-value: 0.62) with MNINR concerning amphibian assemblage composition. More than half of the anuran fauna of MNINR was also shared with the Mount Sangbé National Park (I<sub>j</sub>-value: 0.58) and the Mount Péko National Park (I<sub>j</sub>-value: 0.54), two mountainous areas in western Ivory Coast. Naturally,

our survey area was most similar to the amphibian fauna of the Guinean part of Mounts Nimba (79% similarity). With 72% and 67% similarity, the Guinean Simandou range and Diécké Classified Forest likewise had faunas that were very similar to the MNINR. In contrast the Fouta Djallon, the westernmost part of the Upper Guinea highlands, comprising savannah, limited forest, and

## Amphibians of the Nimba Mountains (Ivorian part)

**Table 3.** Sørensen's Similarity Value ( $\eta$ ) between the anuran fauna of the Mount Nimba Integrated Reserve and nearby and surrounding sites from the western part of the Upper Guinean hotspot of West Africa, including respective species richness. Area abbreviations: DCF = Diécké Classified Forest; FD = Fouta Djallon Highlands; MB = Mount Béro; MN = Mount Nimba; MP = Mount Péko National Park; MS = Mount Sangbé National Park; SR = Simandou range; ZCF = Zياما Classified Forest. Literature records were adjusted to reflect recent taxonomic changes.

Area	Species richness	Number of species common with this study	$\eta$ -value (Sørensen)	Source
MP (Ivory Coast)	29	22	0.54	Rödel and Ernst (2003)
MS (Ivory Coast)	44	28	0.58	Rödel (2003); Barej et al. (2015)
TNP (Ivory Coast)	53	33	0.62	Rödel and Ernst (2003); Ernst et al. (2006)
DCF (Guinea)	39	31	0.67	Rödel et al. (2004)
FD (Guinea)	26	15	0.38	Hillers et al. (2008a); Barej et al. (2015)
MB (Guinea)	28	22	0.54	Rödel et al. (2004)
MN (Guinea)	56	43	0.79	Guibé and Lamotte (1958a, 1963); Laurent (1958); Schiøtz (1967); Lamotte and Ohler (1997, 2000); Rödel et al. (2004); Barej et al. (2015); Sandberger-Loua et al. (2018); Schäfer et al. (2019)
SR (Guinea)	52	38	0.72	Parker (1936); Taylor (1968); Rödel and Bangoura (2004)
ZCF (Guinea)	31	20	0.48	Chabanaud (1920, 1921); Böhme (1994a,b)

rivers with waterfalls, only shares 38% of the species with MNINR (Table 3).

### Species Accounts

After each species name the numbers of retained vouchers (NGK-Nimba) are listed.

#### Arthroleptidae

##### *Arthroleptis crusculum* Angel, 1950

Evening Squeaker

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0019, NGK-Nimba 0130 (Fig. 6A). **Comments:** On a rainy day they were found together with a juvenile Nimba Toad (*N. occidentalis*) below a stone in montane grassland (07°35.555'N, 008°25.788'W; 1,235 m asl). These males had an oval to slender elongated body and measured 15.5 and 21.0 mm SUL, respectively. *Arthroleptis crusculum* always possesses a granular to warty dorsal skin. Its habitat differs from other species of the genus which are present on Mounts Nimba. *Arthroleptis nimbaensis*, *A. langeri*, and *A. krokosua*, and occur in rainforest and/or farmbush (Guibé and Lamotte 1958b; Rödel et al. 2009; Adum et al. 2011; Nopper et al. 2012; Sandberger-Loua et al. 2018a). *Arthroleptis crusculum* occurs in high elevation grasslands up to 1,750 m asl during the rainy season and seems to survive the dry season in gallery forests and at the edges of marshes (Guibé and Lamotte 1958b).

##### *Arthroleptis poecilnotus*-complex

Mottled Squeaker

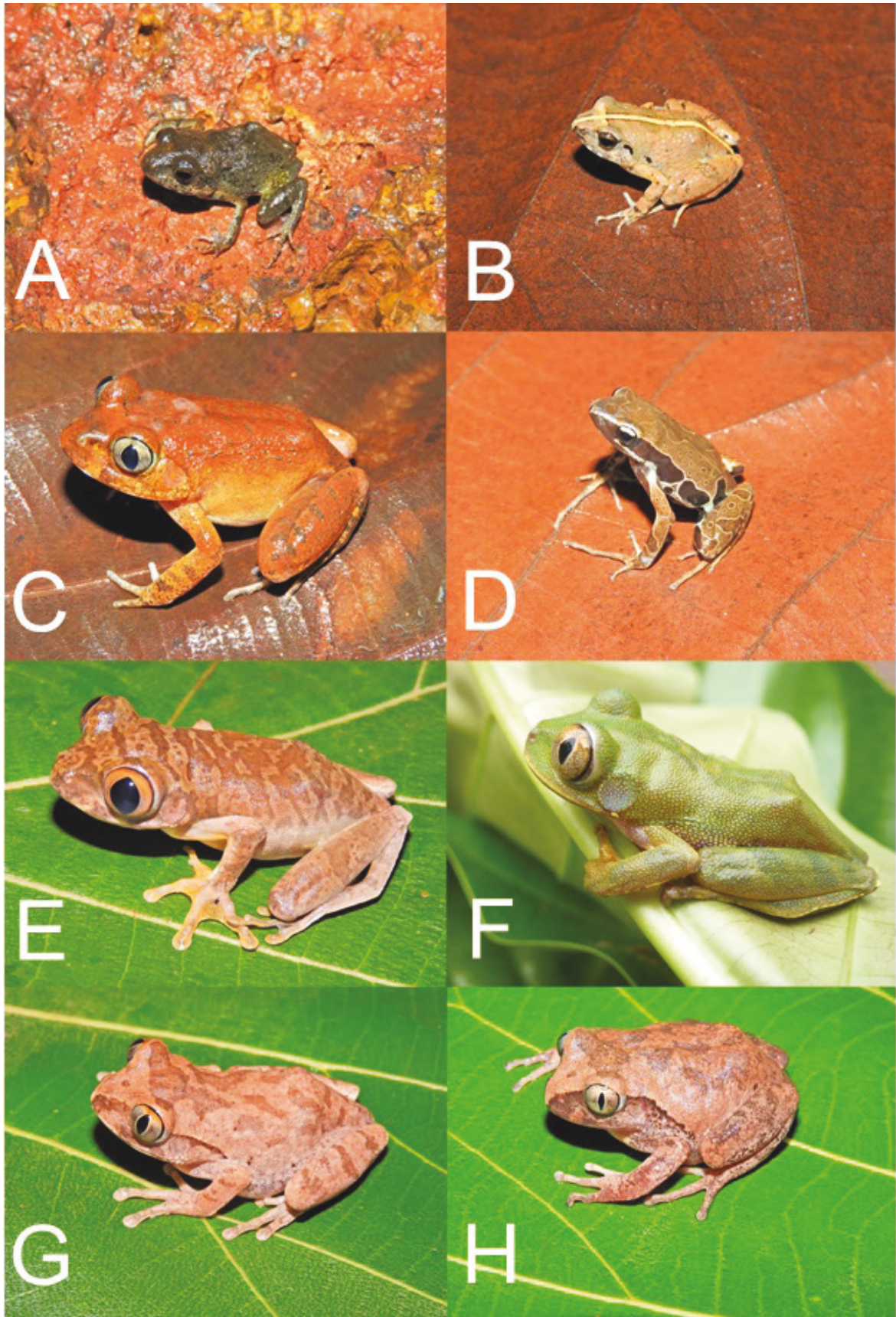
**Material:** Two males, NGK-Nimba 0021 (Fig. 6B),

NGK-Nimba 0022. **Comments:** These squeaker frogs were widespread in the forest area as well as in farmlands within the vegetation, where several concealed males emitted their insect-like chirping calls which cannot be assigned to any morphotaxa. They occurred from 425 to 847 m asl. A male of 23.0 mm in SUL was captured in a patch of forest and retained as voucher (07°35.233'N, 008°25.190'W; 847 m asl). Another male voucher (SUL 24.0 mm) was recorded in an agricultural area (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). *Arthroleptis poecilnotus*-complex are larger than *A. langeri* but smaller than *A. krokosua*. The two vouchers may comprise different species, of which one could be conspecific with *A. nimbaensis*. However, currently that cannot be clarified (see Rödel and Bangoura 2004; Channing and Rödel 2019). All of these *Arthroleptis* species, apart from *A. crusculum*, may have similar habitat requirements (Rödel et al. 2009; Adum et al. 2011; Nopper et al. 2012; Sandberger-Loua et al. 2018a).

##### *Astylosternus occidentalis* Parker, 1931

Western Night Frog

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0014, NGK-Nimba 0023, and one female, NGK-Nimba 0024 (Fig. 6C). **Comments:** While *A. occidentalis* was previously mostly recorded in patches of lowland forests (Rödel and Branch 2002; Rödel and Bangoura 2002; Ernst and Rödel 2006; Hillers and Rödel 2007; Hillers et al. 2008b; Rödel and Glos 2019), on Mounts Nimba the species occurs in altitudinal forest habitats as well (Guibé and Lamotte 1958a). During the night several active individuals were detected among leaf litter in a patch of forest (07°35.233'N, 008°25.190'W; 847 m asl), close to



**Fig. 6.** Arthroleptid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Arthroleptis crusculum* male (A); *Arthroleptis poecilonotus*-complex female (B); *Astylosternus occidentalis* female (C); *Cardioglossa occidentalis* male (D); *Leptopelis macrotis* male (E); *Leptopelis occidentalis* male (F); *Leptopelis spiritusnoctis* female (G); *Leptopelis viridis* female (H).

fast-flowing streams. Male SULs ranged from 45.0–50.2 mm (N = 3), while females measured from 46.0–61.0 mm (N = 9). The majority of specimens had a dark brown dorsum, although one female exhibited an orange color. In contrast to the general forest habitat requirements of this species we found some, presumably migrating, frogs at night, in the core rainy season near a crystal-clear stream in predominantly grassy savannah (07°35.453'N, 008°24.957'W; 843 m asl). During the day, they were hidden underneath stones.

***Cardioglossa occidentalis* Blackburn, Kosuch, Schmitz, Burger, Wagner, Gonwouo, Hillers, and Rödel, 2008**

Western Long-fingered Frog

**Material:** Three males, NGK-Nimba 0025, NGK-Nimba 0026 (Fig. 6D), NGK-Nimba 0027. **Comments:** *Cardioglossa occidentalis* is a nocturnal leaf litter frog, distributed along forest streams from Sierra Leone to Ghana (Rödel et al. 2001; Rödel and Branch 2002; Ernst and Rödel 2006; Blackburn et al. 2008; Hillers et al. 2008c). During the night, males frequently emitted insect-like calls (see Rödel et al. 2001), and were well concealed below leaf litter along forest streams. Three males were collected near a small stream running through a slightly degraded forest patch that was dominated by bamboo (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). Their SULs ranged from 27.0–29.0 mm.

***Leptopelis macrotis* Schiøtz, 1967**

Large-eared Tree Frog

**Material:** Three males, NGK-Nimba 0017, NGK-Nimba 0018, NGK-Nimba 0131 (Fig. 6E). **Comments:** *Leptopelis macrotis* is one of the largest species in the genus. It occurs in primary forests, preferentially at the edges of streams, from eastern Sierra Leone to Ghana (Schiøtz 1967; Rödel et al. 2014; Channing and Rödel 2019). In Ivory Coast, as in its entire range, the species is threatened due to forest degradation and conversion, e.g., two of its Ivorian sites (see Rödel and Branch 2002) have been recently converted into rubber plantations (P.J. Adeba, pers. comm.). During this survey, only three males of *L. macrotis* were recorded, two of which were found during the dry season. Both frogs (45.5 and 48.5 mm SUL) were perched on a branch of a broad leaf, at ~2.5 m height, close to a large stream (07°33.121'N, 008°25.036'W; 422 m asl). The third male (42.5 mm SUL), in contrast, was found in a degraded forest during the rainy season. This male was perched on a branch, at 75 cm above the ground, close to a large stream (07°31.932'N, 008°25.508'W; 387 m asl).

***Leptopelis occidentalis* Schiøtz, 1967**

Western Tree Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0016 (Fig. 6F). **Comments:** *Leptopelis occidentalis* is primarily a rainforest treefrog, preferring forests near streams, and

ranging from western Ghana, through Ivory Coast to Liberia (Schiøtz 1967; Rödel et al. 2005; Hillers and Rödel 2007; Hillers et al. 2009; Channing and Rödel 2019). After sunset (1830 h GMT), a male (41.5 mm SUL) with a uniform green dorsum was found perching on a shrub at the edge of a forest clearing along a stream (07°33.121'N, 008°25.036'W; 422 m asl). The species is known from several forests in Ivory Coast (Schiøtz 1967; Rödel and Branch 2002; Ernst and Rödel 2008).

***Leptopelis spiritusnoctis* Rödel, 2007**

Ghostly Tree Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0087 (Fig. 6G). **Comments:** *Leptopelis spiritusnoctis* inhabits patches of degraded and primary forests, from Sierra Leone to Nigeria (Schiøtz 1967; Rödel 2007; Rödel et al. 2014). During this survey we collected only one female (33.5 mm SUL) in a tree at the edge of a stream (07°33.121'N, 008°25.036'W; 422 m asl).

***Leptopelis viridis* (Günther, 1869)**

Green Tree Frog

**Material:** One male, NGK-Nimba 0083, and one female, NGK-Nimba 0086 (Fig. 6H). **Comments:** *Leptopelis viridis* is a savannah frog, which is also encountered in herbaceous vegetation from the semi-deciduous forest zone. It ranges across the northern part of sub-Saharan Africa (Schiøtz 1967; Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). The species was recorded within grassland at the foot of Mounts Nimba (07°35.453'N, 008°24.957'W; 843 m asl). Additional populations were recorded in the Yéalé village, on shrubs, palm trees, and herbaceous plants (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The males measured 32.0–34.0 mm (N = 6), while a single recorded female reached 36.0 mm SUL.

**Bufonidae**

***Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943)**

Nimba Toad

**Material:** No voucher. **Comments:** *Nimbaphrynoides occidentalis* is a unique toad, being viviparous and endemic to a very limited range of a total of 4 km<sup>2</sup> on the ridges of the Mounts Nimba between Liberia, Guinea, and Ivory Coast (Lamotte 1959; Lamotte and Sanchez-Lamotte 1999; Hillers et al. 2008b; Sandberger-Loua et al. 2016, 2017). The toads live in montane grasslands above 1,200 m asl, where they go into dormancy during the dry season (Lamotte 1959; Hillers et al. 2008; Sandberger et al. 2010). *Nimbaphrynoides occidentalis* comprises two subspecies isolated by a forested mountain ridge: the larger *N. occidentalis liberiensis* is restricted to one site in Liberia, while *N. occidentalis occidentalis* occurs in a few sub-populations in Guinea and Ivory Coast (Sandberger et al. 2010). We found *N. occidentalis occidentalis* at 1,235 m asl, on very humid steep slopes in the montane grassland (07°35.555'N, 008°25.788'W;



1,235 m asl). Four juveniles and one female were discovered under rocks. The sizes of the juveniles ranged from 12.0–14.0 mm while the female measured 23.0 mm. The basic dorsal color of the juveniles was dark brown, with a somewhat irregular mixture of light brown and white spots. Their snout, eyelids, and legs were colored light brown. The juveniles showed a pattern typical for adult males (Fig. 7A), whereas the female had a nearly uniform light brown dorsal color (Fig. 7B). The main threat for this species in Ivory Coast is bush fires in the dry season. A detailed assessment of the distribution and population sizes of *N. occidentalis occidentalis* from Ivory Coast is urgently needed.

### ***Sclerophrys maculata* (Hallowell, 1854)**

Northern Flat-backed Toad

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0043, NGK-Nimba 0051 (Fig. 7C), and one female, NGK-Nimba 0058 (Fig. 7D). **Comments:** *Sclerophrys maculata* is a common toad with flat and granular parotid glands living in the savannah zone and edges of heavily degraded forests (Rödel 2000; Poynton et al. 2016). Toads were found in grassy pastures at the foot of Mounts Nimba (07°35.258'N, 008°25.052'W; 821 m asl), and some females were also observed occasionally together with *S. togoensis* on forest trails (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). Further records were obtained in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), mostly along dirt roads in puddles, around houses, or in plantations at swamp edges. The body sizes of two males were 46.0 and 49.0 mm, while females measured 41.5–69.0 mm (N = 5). During the reproductive period, some males exhibited a remarkable yellow color.

### ***Sclerophrys regularis* (Reuss, 1833)**

Common Toad

**Material:** Female, NGK-Nimba 0031 (Fig. 7E). **Comments:** *Sclerophrys regularis* has prominent, roundish, and smooth parotid glands. It inhabits a broad range of habitats from moist and dry savannahs to forest margins throughout tropical Africa, most often found around human settlements (Rödel 2000; Channing and Howell 2006). The species was recorded in the rainy season at Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), where some males called in garbage pits (e.g., Fig. 7F). A female toad measured 118.0 mm, while a male's body size was 102.0 mm.

### ***Sclerophrys togoensis* (Ahl, 1924)**

Togo Toad

**Material:** Three males, NGK-Nimba 0004, NGK-Nimba 0028, NGK-Nimba 0029 (Fig. 7G), and one female, NGK-Nimba 0050 (Fig. 7H). **Comments:** This toad has a patchy distribution in primary forests from Togo to Sierra Leone, and mainly breeds in shallow forest streams during the dry season (Rödel and Bangoura 2004; Rödel et al. 2004). Four specimens were found

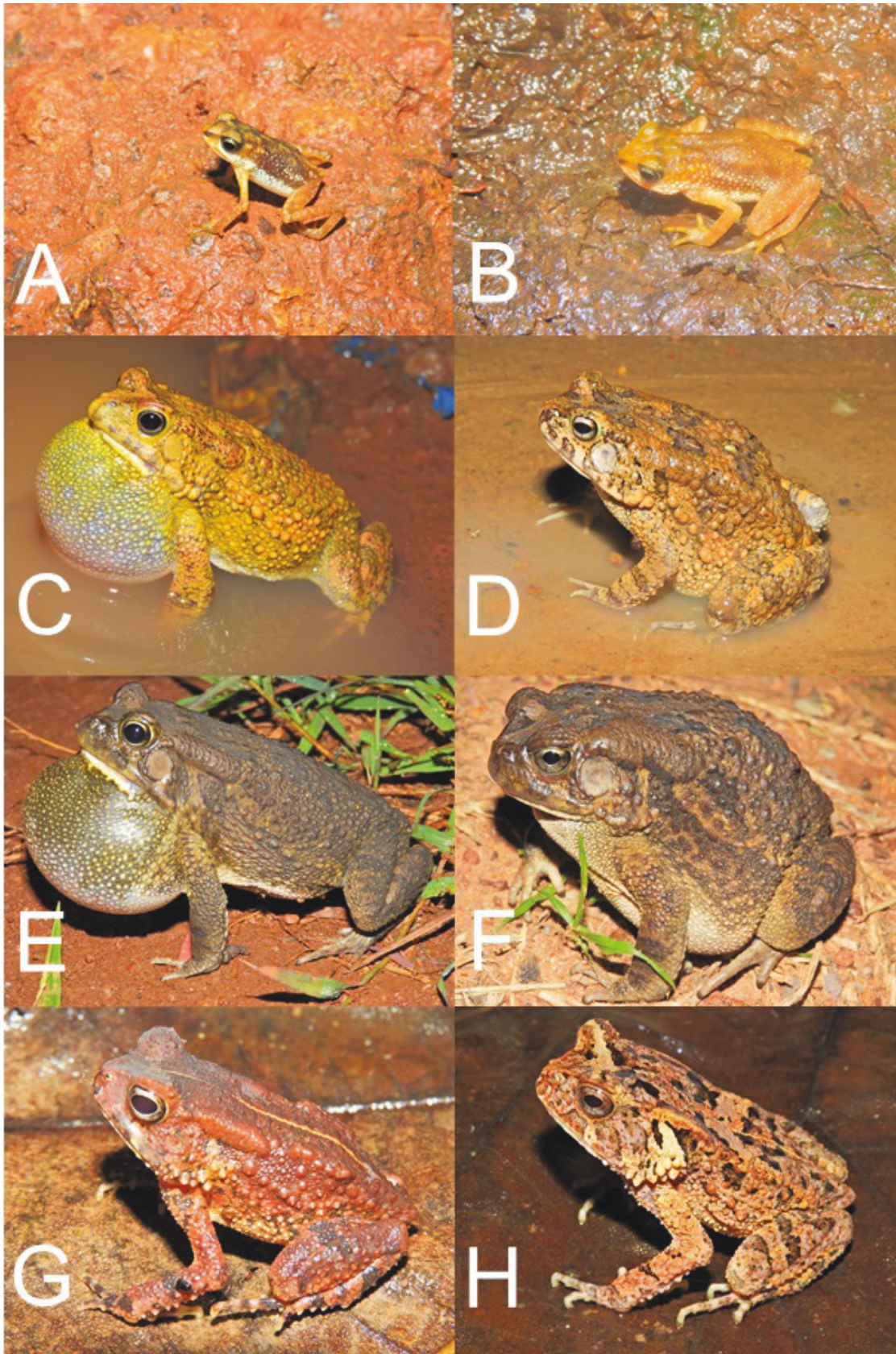
in different forest patches. The variable color pattern of this species has been described by Rödel and Bangoura (2004), Channing and Rödel (2019), and Gongomin et al. (2019). Diagnostic is the parallel, straight, narrow, and angular parotid glands, running parallel to the side of the body. Two males were encountered in a patch of dense forest crossed by a shallow stream (07°33.440'N, 008°24.657'W; 439 m asl). A female was found together with another male among humid litter on a forest trail (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). While the female measured 64.0 mm, the SULs of the three males ranged from 40.5–44.5 mm. In Ivory Coast, *S. togoensis* is highly threatened by deforestation (Gongomin et al. 2019).

## **Conrauidae**

### ***Conraua alleni* (Barbour and Loveridge, 1927)**

Allen's Giant Frog

**Material:** Two unsexed, NGK-Nimba 0057 (Fig. 8A), NGK-Nimba 0058, and two females, NGK-Nimba 0059 (Fig. 8B), NGK-Nimba 0073. **Comments:** *Conraua alleni* is a highly aquatic frog, which inhabits slow- to fast-flowing forest streams, from lowlands to montane forest areas. Records are known from eastern Guinea and Sierra Leone, through Liberia to western Ivory Coast, with an isolated population occurring in western Ghana (Barbour and Loveridge 1927; Guibé and Lamotte 1958a; Lamotte and Perret 1968; Rödel 2003; Rödel and Bangoura 2004; Channing and Rödel 2019; Rödel and Glos 2019; Schäfer et al. 2019). Some of these populations may comprise cryptic taxa (see Rödel and Branch 2002; Hillers et al. 2008a). We found *C. alleni* populations in streams intersecting forest patches (07°35.258'N, 008°25.052'W; 821 m asl). Other individuals were heard calling in a very impressive torrent stream in mid-elevation forest (07°34.652'N, 008°24.966'W; 716 m asl). The bird-like whistles were heard during day and night, with peaks after sunset (around 1841 h GMT). Additional populations were found at night in pools of a slow running stream with a sandy and rocky bottom. This stream crossed a slightly degraded forest patch dominated by bamboo (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl), where a total of 14 adult frogs were caught. Through palpation of the lower abdomen, two of them were identified as gravid females. Their body size was 52.8–54.0 mm. The remaining 12 frogs ranged from 51.1–55.6 mm but could not be sexed. One adult, kept in captivity for two months, preyed on locusts, ants, spiders, caterpillars, and butterflies that were floating on the water surface. All adult *C. alleni* had a clear interorbital line, however, their back pattern varied from a darker brown with black dots and reddish legs to frogs with orange patches on the darker brown ground. In contrast to other described *C. alleni* (e.g., Channing and Rödel 2019), the venter of our frogs was golden yellow or beige to pinkish, and the thighs had a pink ventral color. The



**Fig. 7.** Bufonids from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Nimbaphrynooides occidentalis* juvenile (A); *N. occidentalis* female (B); *Sclerophrys maculata* male (C), the yellow color is only exhibited by some males during breeding; *S. maculata* female (D); *S. regularis* male (E); *S. regularis* female (F); *S. togoensis* male (G); *S. togoensis* female (H).



**Fig. 8.** Conrauid, microglossid, hemisitid, and hyperoliids from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Conraua alleni* (A–B); *Hoplobatrachus occipitalis* (C); *Hemisus marmoratus* (D); *Afrixalus dorsalis* (E); *A. fulvovittatus* (F); *Hyperolius chlorosteus* (G–H).

throat was dark, and pinkish with reddish-brown dots or uniform beige. The taxonomic status of these frogs and the populations from nearby Mount Sangbé National Park (Rödel 2003) should be investigated.

### Dicroglossidae

#### *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858)

African Tiger Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0005 (Fig. 8C).

**Comments:** *Hoplobatrachus occipitalis* is a large aquatic frog that is widely distributed in savannahs and disturbed forests across tropical Africa (Channing and Rödel 2019). A female was caught at night near a stream within pastures (07°35.453'N, 008°24.957'W; 843 m asl). Males were heard calling at night, concealed in rice paddies in Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). In the rainy season, adult frogs were occasionally collected and eaten by the local populations around the MNINR (Zogbassé et al., unpub. data).

### Hemisotidae

#### *Hemisis marmoratus* (Peters, 1854)

Marbled Piglet Frog

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0085, NGK-Nimba 0089 (Fig. 8D). **Comments:** *Hemisis marmoratus* is a fossorial frog, very common in the savannah ecosystems of sub-Saharan Africa (Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). We found it in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), among short grasses at puddles, in leaf litter under cocoa and coffee trees, and around a manual hydraulic water pump. The body size of males ranged from 29.0–34.5 mm (N = 4), while females measured between 33.0–50.5 mm (N = 8).

### Hyperoliidae

#### *Afrixalus dorsalis* (Peters, 1875)

Striped Spiny Reed Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0051 (Fig. 8E).

**Comments:** *Afrixalus dorsalis* is a nocturnal leaf-folding frog, which inhabits a wide range of western African habitats, such as savannah, farmbrush, and swampy areas at forest edges (Schjötz 1967; Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). We heard many calling males in rice paddies and in grassy vegetation of swamps, in Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). A male measured 22.0 mm SUL.

#### *Afrixalus fulvovittatus* (Cope, 1861)

Banded Spiny Reed Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0066, NGK-Nimba 0067 (Fig. 8F). **Comments:** *Afrixalus fulvovittatus* can be easily recognized by its characteristic reddish-brown dorsal surface with three light longitudinal stripes joining on the tip of the snout. The delicate reddish-brown line

in the middle of each light stripe distinguishes it from the similar looking *A. vittiger* (Pickersgill 2007). This nocturnal species prefers the heavily degraded habitats of the forest zone (Schjötz 1967; Rödel and Glos 2019). In the Yéalé village, the species was found in rice paddies and grassy swamps (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The SULs of two females were 19.8–21.0 mm, thus they were below the described size for *A. fulvovittatus* (Schjötz 1967).

#### *Hyperolius chlorosteus* (Boulenger, 1915)

Large Green Reed Frog

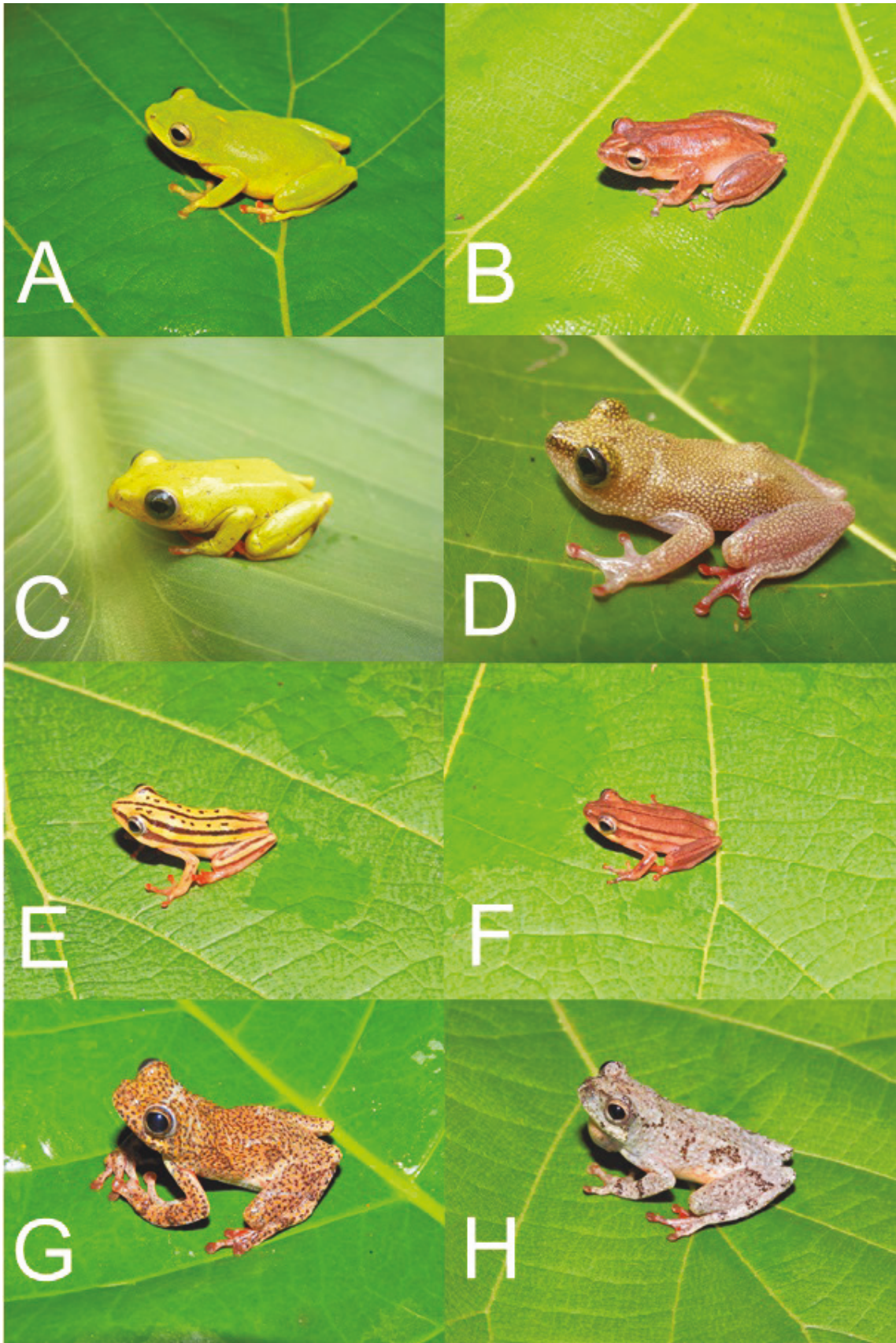
**Material:** Three males, NGK-Nimba 0075 (Fig. 8G), NGK-Nimba 0076 (Fig. 8H), NGK-Nimba 0088.

**Comments:** *Hyperolius chlorosteus* is common along streams in pristine forest from western Ivory Coast to Sierra Leone (Schjötz 1967; Channing and Rödel 2019). In Ivory Coast, it was reported from the rainforest zone, i.e., the Taï National Park (e.g., Schjötz 1967; Rödel et al. 2002), as well as from the edge of the forest zone in the Mount Sangbé National Park (Rödel 2003). Records from Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003) and the Haute Dodo and Cavally forests (Rödel and Branch 2002) may no longer exist. Thus, our records of *H. chlorosteus* from Mounts Nimba, confirming the records by Schjötz (1967), show that the species prevailed, at least here, through the past 50 years. The species was frequently recorded at night along streams in the primary forest. After a heavy rainfall, a vast number of males (N > 50) were heard calling from high up in tall trees along a torrent stream (07°34.652'N, 008°24.966'W; 716 m asl). Five males were captured, and their body sizes ranged from 33.2–37.0 mm. They showed some variation of their back coloration, however, within the range known for the species (compare Schjötz 1967; Channing and Rödel 2019). We found one male in sympatry with *L. macrotis* in a degraded forest during the rainy season (07°31.932'N, 008°25.508'W; 387 m asl), perched up at approximately 1.80 m above the ground, close to a large stream. Most males, however, called from much higher sites.

#### *Hyperolius concolor* (Hallowell, 1844)

Uniform Reed Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0011 (Fig. 9A), and two males, NGK-Nimba 0012 (Fig. 9B), NGK-Nimba 0020. **Comments:** *Hyperolius concolor* is one of the most common West African frogs, widespread in a range of habitats from savannahs and farmbrush to degraded and gallery forests (Schjötz 1967; Rödel 2000). It even has been reported from urban sites (Kouamé et al. 2015). Calling males were abundant in rice paddies and grass-covered edges of ponds (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The species is dichromatic (Portik et al. 2019), with females exhibiting a uniform light yellowish-green back with reddish toe discs (SUL: 32.0–33.0 mm, N = 2); males in contrast are brownish, often with some



**Fig. 9.** Hyperoliid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Hyperolius concolor* female (A); *H. concolor* male (B); *H. fusciventris fusciventris* male (C); *H. guttulatus* female (D); *H. lamottei* female (E); *H. lamottei* male (F); *H. nimbae* female (G); *H. nimbae* male (H).

dark patterns between the eyes and on the back (SUL: 23.5–25.5 mm, N = 5).

***Hyperolius fusciventris fusciventris* Peters, 1876**

Dark-bellied Reed Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0077 (Fig. 9C).

**Comments:** *Hyperolius fusciventris fusciventris* occurs from western Ivory Coast into neighboring Liberia and Guinea in farmbrush, heavily degraded forests, and occasionally in gallery forests within humid savannah (Schlötz 1967). We encountered the species in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), in an open but densely vegetated area close to swamps. The dorsal color varied from uniform brownish over light green to dense green. Some individuals with greyish-blue eyes exhibited a uniform yellow dorsal color. The belly of females was either dark or light grey. All males had a lighter belly. The male SULs ranged from 23.5–25.0 (N = 7), females reached 26.5–27.0 mm (N = 3).

***Hyperolius guttulatus* Günther, 1858**

Spotted Reed Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0052 (Fig. 9D).

**Comments:** *Hyperolius guttulatus* lives in the humid savannah zone and clearings within rainforests (Schlötz 1967; Rödel 2000; Asseman et al. 2006; Kouamé et al. 2015). The species usually reproduces in larger, permanent ponds with floating vegetation (Schlötz 1967; Kouamé et al. 2015). We found five males calling at night between rice paddies around the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). A female measured 37.0 mm.

***Hyperolius lamottei* Laurent, 1958**

Lamotte's Reed Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0074 (Fig. 9E), and two males, NGK-Nimba 0081 (Fig. 9F), NGK-Nimba 0082. **Comments:** *Hyperolius lamottei* is a savannah frog with a patchy distribution, preferring low grass habitats, often in higher altitude, e.g., granite inselbergs in central-southern Ivory Coast, Liberia, Guinea, Sierra Leone to Senegal (Arnoult and Lamotte 1958; Lamotte 1969, 1971; Schlötz 1967; Rödel et al. 2004). Recently, it was reported for the first time from Burkina Faso (Ayoro et al. 2020). In Ivory Coast, the species was recorded from the Lamto Faunal Reserve (Schlötz 1967) and the Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003). However, more recently Adeba et al. (2010) failed to re-detect the species in Lamto. We found *H. lamottei* in large numbers in grassy montane pasture (07°35.258'N, 008°25.052'W; 821 m asl). The species was only active during the rainy season, when males and females became active after sunset. They spent the night perching on high grasses which covered a flooded iron-oxide quartzite ground. During the daytime all frogs hid within the dense herbaceous vegetation. Body size of males ranged from 17.5–19.0 mm (N = 4), females measured 21.5–23.5 mm

(N = 3). Color pattern was variable, but within the range described by Schlötz (1967).

***Hyperolius nimbae* Laurent, 1958**

Nimba Reed Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0070 (Fig. 9G),

and two males, NGK-Nimba 0078, NGK-Nimba 0079 (Fig. 9H). **Comments:** *Hyperolius nimbae* is a farmbrush frog, endemic to the eastern foothills of Mounts Nimba (Schlötz 1967). After 47 years, this species was only recently rediscovered by Kouamé et al. (2016), reporting small populations from four villages (Dagbonpleu, Danipleu, Kouan-Houlé, and Zéalé) within the formerly known range. An even more recent re-investigation in these villages failed to confirm the species, and its known habitats had been destroyed due to road expansions, development, and urbanization (Gongomin et al., unpub. data). However, during our study, we encountered a large number of *H. nimbae* males in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The habitat was within a plantation of cocoa and coffee that edged a large and deep pond, which exceeded 100 x 70 m. There, we observed 15 males at night between broad leaved, evergreen trees of cocoa and coffee, while only one female was seen perched between the leaves of a palm tree. The males ranged from 30.0–35.5 mm (N = 15), the female measured 34.1 mm. Males varied considerably in color and also showed some differences in pattern compared to the female. However, both sexes matched earlier descriptions by Schlötz (1967).

***Hyperolius picturatus* Peters, 1875**

Painted Reed Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0104 (Fig. 10A),

and one male, NGK-Nimba 0105 (Fig. 10B). **Comments:**

*Hyperolius picturatus* inhabits farmland and forest areas in various state of degradation, from central Ghana to Sierra Leone (Schlötz 1967; Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). We found the species in an agricultural area of the Yéalé village. The basic dorsal color of males (28.0–31.5 mm, N = 4) was brownish with two light, broad dorsolateral stripes, while the venter, including gular glands, was entirely yellow. A female (35.5 mm) had yellow, broad dorsolateral stripes with some small yellow spots on its black chin. Its venter likewise was bright yellow. This widespread taxon shows some color variation across its range and may comprise two species (Schlötz 1967; Rödel and Branch 2002; Rödel and Glos 2019).

***Hyperolius soror* (Chabanaud, 1921)**

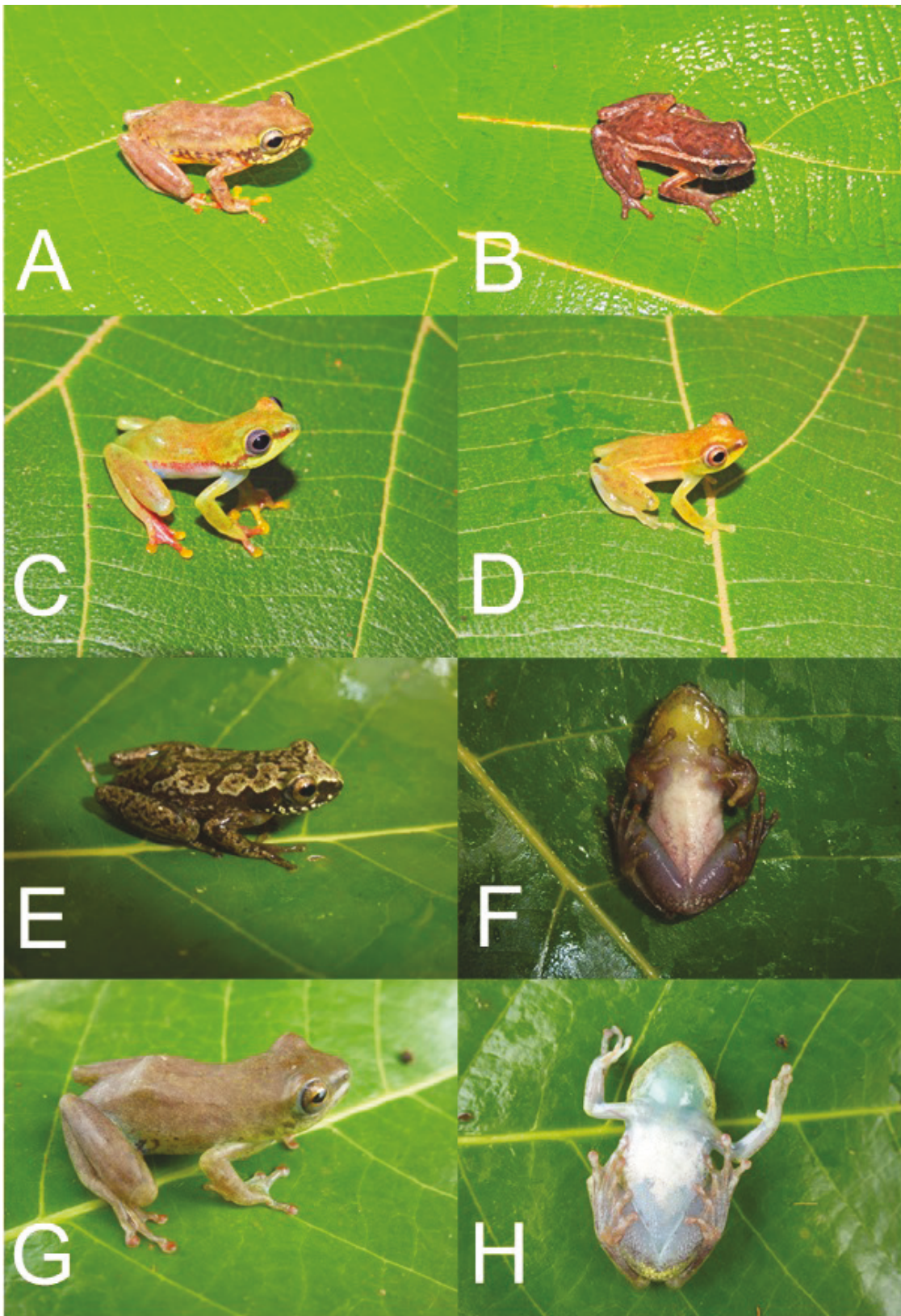
Soror Reed Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0125 (Fig. 10C),

two males, NGK-Nimba 0126 (Fig. 10D), NGK-Nimba

0127. **Comments:** We heard over a dozen *H. soror* males

calling during the rainy season in a dense grassy swamp, edging forest (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl).



**Fig. 10.** Hyperoliid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Hyperolius picturatus* female (A); *H. picturatus* male (B); *H. soror* female (C); *H. soror* male (D); *H. cf. sylvaticus* male (E); *H. cf. sylvaticus* male in ventral view (F); *H. sp.* male (NGK-Nimba 0068) (G); *H. sp.* male (NGK-Nimba 0068) in ventral view (H).

However, only one female and two males were caught there. The species is sexually dimorphic. The female (25.1 mm SUL) had a light green back, with diffuse, minute, reddish-brown spots, red lateral markings, a red stripe from snout to tip of eye, bluish-grey iris, and toes and fingers, including webbing, were faintly red with green tips. Its ventral surface was transparent bluish green. In contrast, both males (SUL 19.1 and 21.1 mm) had a golden iris, a dark red canthal stripe, green dorsum with diffuse, minute, reddish-brown spots, light dorsolateral stripes, and green toes and fingers.

### *Hyperolius cf. sylvaticus* Schiøtz, 1967

Forest Reed Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0108 (Fig. 10E–F). **Comments:** *Hyperolius cf. sylvaticus* was recorded in an open area in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). However, *H. sylvaticus* is known to be a forest species (Schiøtz 1967; Rödel and Branch 2002; Ernst and Rödel 2008), thus it might just as well be a member of the *Hyperolius picturatus*-complex.

### *Hyperolius* sp.

**Material:** Male, NGK-Nimba 0068 (Fig. 10G–H). **Comments:** Two *Hyperolius* sp. were recorded in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), in a swampy area with a shallow creek, dense herbaceous formations, and few shrubs and trees. A male (26.4 mm) possessed a uniform greyish-brown dorsal color; the throat was dull blue; the anterior part of the belly was white, the posterior part greenish to blueish. The ventral surfaces of limbs were greenish; the discs of toes and fingers were reddish. The gular gland was indistinct and smooth. So far, we cannot assign these frogs to any West African *Hyperolius* species (e.g., Schiøtz 1967; Channing and Rödel 2019). Molecular and acoustic data are required in order to resolve the taxonomic status of this reedfrog.

### *Kassina cochranæ* (Loveridge, 1941)

Cochran's Running Frog

**Material:** Four males, NGK-Nimba 0139, NGK-Nimba 0140, NGK-Nimba 0141 (Fig. 11A), NGK-Nimba 0142. **Comments:** *Kassina cochranæ* is an arboreal forest and farmbrush dweller, ranging from the rainforest edge into the moist savannah zone from western Ivory Coast to eastern Sierra Leone (Schiøtz 1967; Rödel et al. 2002). During the rainy season, we heard a vast number of males calling concealed in dense vegetation, close to a grassy swamp (habitat C: 07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). Four males measured 34.0–36.5 mm. In the Yéalé village, a *K. cochranæ* metamorph was found by dip-netting in a deep pond in dense farmbrush vegetation. At night, adult males were heard calling at the same site between inaccessible dense vegetation, edging a swamp (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl).

## Odontobatrachidae

### *Odontobatrachus arndti* Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adeba, and Rödel, 2015

Arndt's Toothed Frog

**Material:** Three females, NGK-Nimba 0244, NGK-Nimba 0245, NGK-Nimba 0246, and two males, NGK-Nimba 0247 (Fig. 11A), NGK-Nimba 0248. **Comments:** *Odontobatrachus arndti* is a torrent-frog living in primary and slightly degraded forests, known from Mount Sangbé and Mounts Nimba (Barej et al. 2015; Channing and Rödel 2019). We found a few populations of *O. arndti* along cascades of streams in forested ravines edged by savannah (07°35.233'N, 008°25.190'W; 847 m asl). These frogs were found to be very abundant along a very torrent stream (07°34.652'N, 008°24.966'W; 716 m asl). In a lower part of the forest, an additional site was along a wide torrent stream with a gravel bottom and blocks of granite rock (07°33.121'N, 008°25.036'W; 422 m asl). The recorded males exhibited huge bright orange femoral glands. They measured 45.1–52.5 mm (N = 8); the female SUL ranged from 43.5–60.5 mm (N = 10), thus the sizes of both sexes are within the known range of the species (Barej et al. 2015). At all sites, the majority of frogs were close to the rocky streams, however, a few females perched on trees close to the streams. These records are the second for Ivory Coast.

## Phrynobatrachidae

### *Phrynobatrachus alleni* Parker, 1936

Allen's Puddle Frog

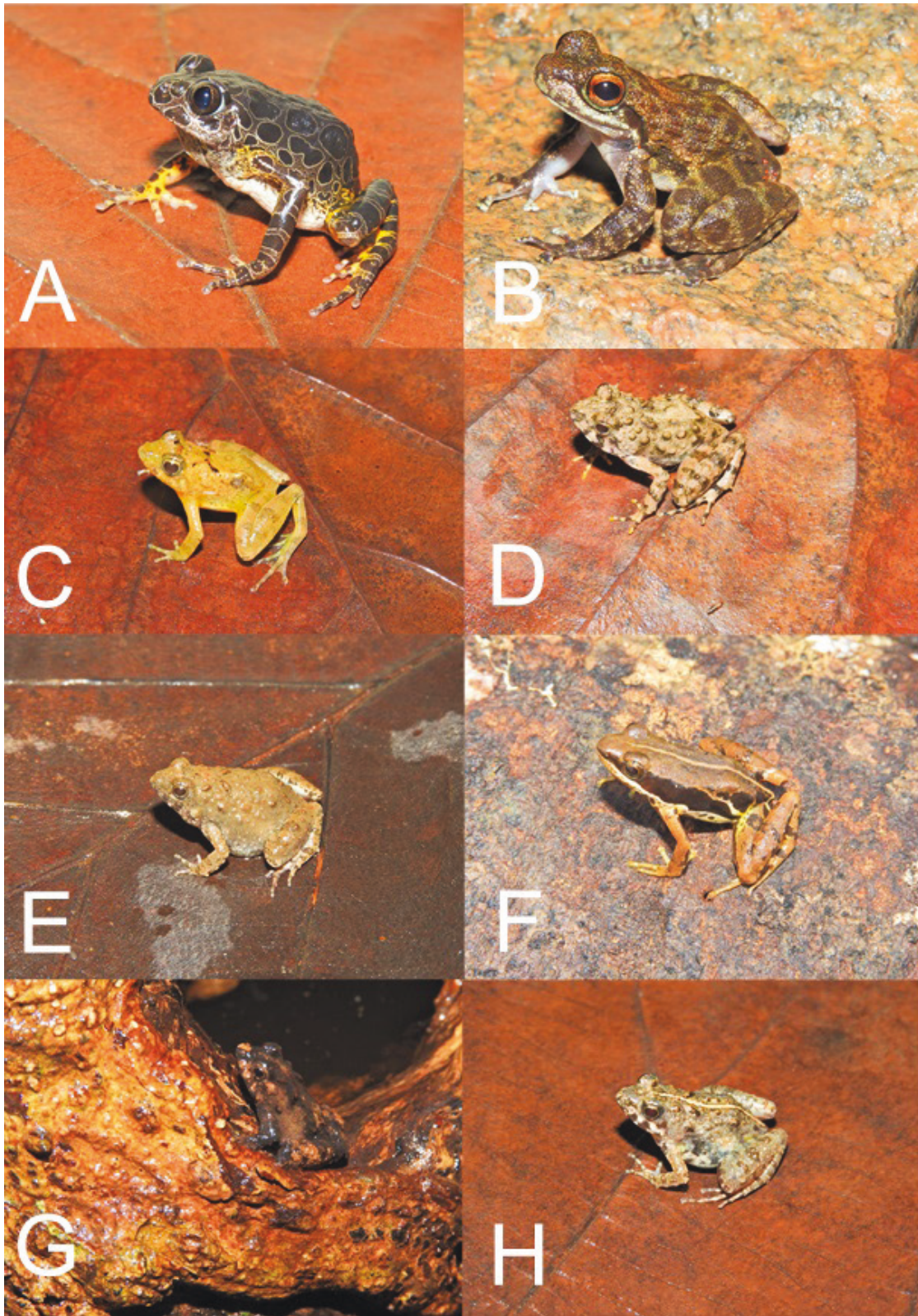
**Material:** Male, NGK-Nimba 0010 (Fig. 11C). **Comments:** During the rainy season, we found a yellow *Phrynobatrachus alleni* male (18.5 mm) in breeding condition, among leaf litter on the forest floor, in a patch of dense forest, crossed by a small stream (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). Rödel (2003) reported from nearby Mount Sangbé that breeding *P. alleni* became completely yellow. The yellow color may disappear within minutes when the frogs are disturbed. In Tai National Park, breeding *P. alleni* males were never observed to be completely yellow (M.-O. Rödel, unpub. data).

### *Phrynobatrachus annulatus* Perret, 1966

Ringed Puddle Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0091 (Fig. 11D), NGK-Nimba 0094. **Comments:** *Phrynobatrachus annulatus* is a forest-dwelling leaf litter frog, which has a patchy distribution in forests from south-eastern Guinea, eastern Liberia, western Ivory Coast, and western Ghana (Ernst and Rödel 2006; Hillers and Rödel 2007; Rödel et al. 2005; Rödel and Glos 2019). In Ivory Coast, the species was reported from Taï National Park (e.g., Ernst and Rödel 2006; Hillers et al. 2008c), and the Mabi-Yaya





**Fig. 11.** Hyperoliid, odontobatrachid, and phrynobatrachid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Kassina cochranae* male (A); *Odontobatrachus arndti* male (B); *Phrynobatrachus alleni* male (C); *P. annulatus* male (D); *P. francisci* female (E); *P. fraterculus* female (F); *P. guineensis* male (G); *P. guttuosus* female (H).

Forest Reserve (Gongomin et al. 2019). We found two young females of *P. annulatus* (14.0 and 20.2 mm) in a site with high canopy forest on the slopes of a large granite inselberg. The dry forest ground was covered with multiple layers of leaf litter, but the undergrowth was sparse (07°34.364'N, 008°24.746'W; 643 m asl). Drier parts of the forest along slopes of inselbergs also comprise the usual habitat where this species was recorded in Taï National Park (M.-O. Rödel, unpub. data).

#### ***Phrynobatrachus francisci* Boulenger, 1912**

Francisc's Puddle Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0092 (Fig. 11E), NGK-Nimba 0093. **Comments:** *Phrynobatrachus francisci* occurs in moist Guinea savannah and drier Sudanese savannah, from Senegal to Nigeria (Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). We found the species in the rainy season, among dense herbaceous vegetation at the edge of a puddle (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). Two females (20.5–22.0 mm) were caught in the Yéalé village during late afternoon (1618 h GMT).

#### ***Phrynobatrachus fraterculus* (Chabanaud, 1921)**

Brother's Puddle Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 072 (Fig. 11F). **Comments:** *Phrynobatrachus fraterculus* is known to inhabit degraded forest and forest edges in the western part of the Upper Guinea forest region (Guibé and Lamotte 1963; Rödel and Bangoura 2004; Rödel and Glos 2019). A female (24.0 mm) was found in leaf litter near a shallow creek in a small clearing (07°33.121'N, 008°25.036'W; 422 m asl). In Ivory Coast, the species had been recorded previously in the Taï National Park (Ernst and Rödel 2006; Hillers et al. 2008c).

#### ***Phrynobatrachus guineensis* Guibé and Lamotte, 1962**

Guinea Puddle Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0034 (Fig. 11G). **Comments:** *Phrynobatrachus guineensis* is the only known West African member of its genus that uses water-filled tree holes as breeding sites (Rödel 1998; Rödel et al. 2004; Rudolf and Rödel 2007). A breeding male (15.5 mm) was found in a water-filled tree hole in a patch of dense forest (07°34.696'N, 008°25.015'W; 717 m asl).

#### ***Phrynobatrachus gutturosus* (Chabanaud, 1921)**

Guttural Puddle Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0095 (Fig. 11H), NGK-Nimba 0096, and two males, NGK-Nimba 0097, NGK-Nimba 0098. **Comments:** A complex of cryptic West African puddle frogs is currently known under the name *Phrynobatrachus gutturosus* (Rödel 2000; Zimkus et al. 2010). One species of that complex, *P. afitabirago*, has been recently described from southern Ghana (Ofori-Boateng et al. 2018). Frogs from this complex became known from primary rainforest to dry savannah habitats

(Rödel 2000; Rödel and Spieler 2000; Ernst and Rödel 2006; Nago et al. 2006; Hillers et al. 2008c), and their taxonomic status requires further research. We found *P. gutturosus* among leaf litter in a cocoa and coffee plantation (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The plantation comprised a large pond and was used by people from the Yéalé village to grow rice. Numerous individuals of *P. gutturosus* were seen after sunset (1830 h GMT). Two females measured 18.5 and 20.0 mm.

#### ***Phrynobatrachus latifrons* Ahl, 1924**

Savannah Puddle Frog

**Material:** One female, NGK-Nimba 0064 (Fig. 12A), and one male, NGK-Nimba 0065 (Fig. 12B). **Comments:** *Phrynobatrachus latifrons* is a very common and widespread, semi-aquatic West African puddle frog, living in savannah and heavily degraded rainforest habitats (Rödel 1995 [there erroneously termed *P. francisci*], 2000; Kouamé et al. 2018). The species was abundant in the Yéalé village. In particular, we heard males calling between densely vegetated parts of swamps and paddy fields (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). An adult female with a broad green back and a light vertebral line exhibited an unusual thin, light longitudinal line on upper surface of the tibia (22.0 mm). A uniform brown frog (18.1 mm) exhibited the bright yellow throat, typical for adult males.

#### ***Phrynobatrachus liberiensis* Barbour and Loveridge, 1927**

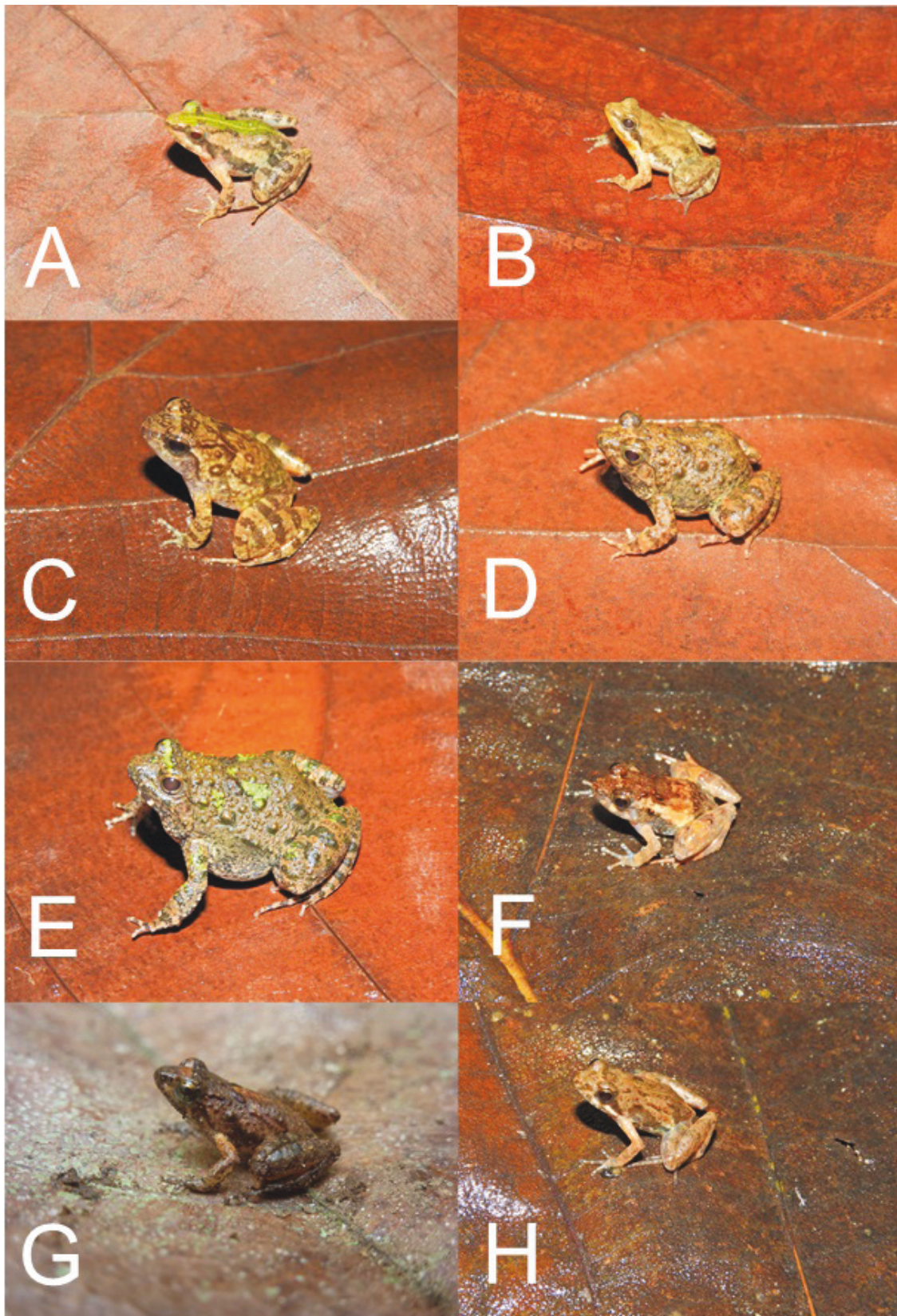
Liberian Puddle Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0071 (Fig. 12C). **Comments:** *Phrynobatrachus liberiensis* is generally found along swamps and shallow streams in primary forests (Rödel and Branch 2002; Kouamé et al. 2018). Many males were heard calling, being well concealed sitting on the banks of a shallow stream in a swampy patch of dense forest (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). A male (27.0 mm) and a young female (26.0 mm) were caught.

#### ***Phrynobatrachus natalensis* (Smith, 1849)**

Natal Puddle Frog

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0032 (Fig. 12D), NGK-Nimba 0033, and two females, NGK-Nimba 0035, NGK-Nimba 0036 (Fig. 12E). **Comments:** *Phrynobatrachus natalensis* as currently defined (Channing and Rödel 2019) comprise several cryptic species widespread throughout the savannah areas of sub-Saharan Africa (Zimkus et al. 2010). We encountered the species in the Yéalé village, near road puddles in dense vegetation (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). Other active males were found at night between tufts of ornamental plants around houses after heavy rainfalls. Adult males were uniform brown (26.0–28.1 mm; N = 6) and had black throats with folds, while adult females (27.8–33.5 mm; N = 8) had white, mottled



**Fig. 12.** Phrynobatrachid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Phrynobatrachus latifrons* female (A); *P. latifrons* male (B); *P. liberiensis* male (C); *P. natalensis* male (D); *P. natalensis* female (E); *P. phyllophilus* male (F); *P. tokba* female (G); *P. tokba* male (H).

brown or greyish-black throats. One female exhibited an exceptionally conspicuous greyish-brown back with green spots and a green interorbital line; other females being uniform brown. Some frogs reproduced in a large pond within dense vegetation. Four clutches comprising, 938, 1021, 1265, and 1501 small reddish-brown eggs, were floating on the water surface. Mean egg diameter was 0.9 mm ( $\pm$  0.1 mm; N = 20). Clutch sizes therefore seem to be larger in West African, compared to southern African, populations (compare values in Rödel 2000).

#### ***Phrynobatrachus phyllophilus* Rödel and Ernst, 2002**

Leaf-loving Puddle Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0037 (Fig. 12F).

**Comments:** *Phrynobatrachus phyllophilus* prefers patches of swampy primary forest from eastern Ivory Coast to Sierra Leone (Rödel and Ernst 2002a; Ernst and Rödel 2006; Kouamé et al. 2008, 2014, 2018; Channing and Rödel 2019). We found only one male (15.0 mm) during the rainy season. It was concealed among dense leaf litter, in a patch of dense forest, intersected by a small stream (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl).

#### ***Phrynobatrachus tokba* (Chabanaud, 1921)**

Tokba Puddle Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0038 (Fig. 12G).

**Comments:** *Phrynobatrachus tokba* occurs in primary to degraded forests, and montane grassland, from western Guinea to Ghana (Guibé and Lamotte 1963; Rödel et al. 2004, 2005; Kouamé et al. 2018; Channing and Rödel 2019). This species reproduces terrestrially, by depositing clutches in moist leaves, and has non-feeding, non-hatching tadpoles (Rödel and Ernst 2002b). A large number of *P. tokba* males called in the drier part of the forest. A brown female measured 18.0 mm. Further populations were detected in moist savannah adjacent to forest, and even in sympatry with *Nimbaphrynooides occidentalis* up to 1,235 m asl in montane grasslands (07°35.555'N, 008°25.788'W; Fig. 12H).

### **Pipidae**

#### ***Xenopus tropicalis* (Gray, 1864)**

Tropical Clawed Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0001 (Fig. 13A), NGK-Nimba 0002, and two males, NGK-Nimba 0003, NGK-Nimba 0006. **Comments:** This pipid lives in forests, degraded forests, and gallery forests in humid savannahs from Senegal to western Cameroon (Rödel 2000). The species was seen in flooded paddy fields in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). In the dry season, frogs were easily caught in patches of the same shallow swamps. Some juvenile frogs measured 21.5–30.0 mm (N = 5), adult males reached 32.4–42.5 mm (N = 5), and adult females ranged from 48.3–53.3 mm (N = 4).

### **Ptychadenidae**

#### ***Ptychadena arnei* Perret, 1997**

Schiøtz's Grass Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0053 (Fig. 13C).

**Comments:** *Ptychadena arnei* is a poorly studied frog occurring in humid savannahs, secondary forests, and gallery forests, from southern Senegal to central Ivory Coast (Channing and Rödel 2019). Only two females (43.5 and 45.5 mm) and two males (39.5 and 40.5 mm) were recorded at night in the Yéalé village, sitting at the edge of a road puddle that intersected a heavily degraded forest. The basic color of their back was brown to grey with a light triangle on the snout. *Ptychadena oxyrhynchus*, which often have a pale snout as well, have much longer legs (see e.g., Fig. 13F). The *P. arnei* specimens had short dorsolateral folds and possessed distinct sacral folds. They had dark to pale crossbars on the legs and lacked external metatarsal tubercles. A female (Fig. 13B) exhibited a fine yellow vertebral line. A reddish to yellow longitudinal line on the tibia was broad towards the heel, but narrow towards the knee. The upper part of flanks was reddish, while the lower part was grey with black spots. The ventral surface ranged from whitish through beige to yellow. The species is known by its unique advertisement calls, which consist of a long succession of short double calls (Channing and Rödel 2019). In paddy fields around Daloa, western-central Ivory Coast, frogs that were morphologically identical emitted such calls (Kouamé et al., unpub. data).

#### ***Ptychadena bibroni* (Hallowell, 1845)**

Bibron's Grass Frog

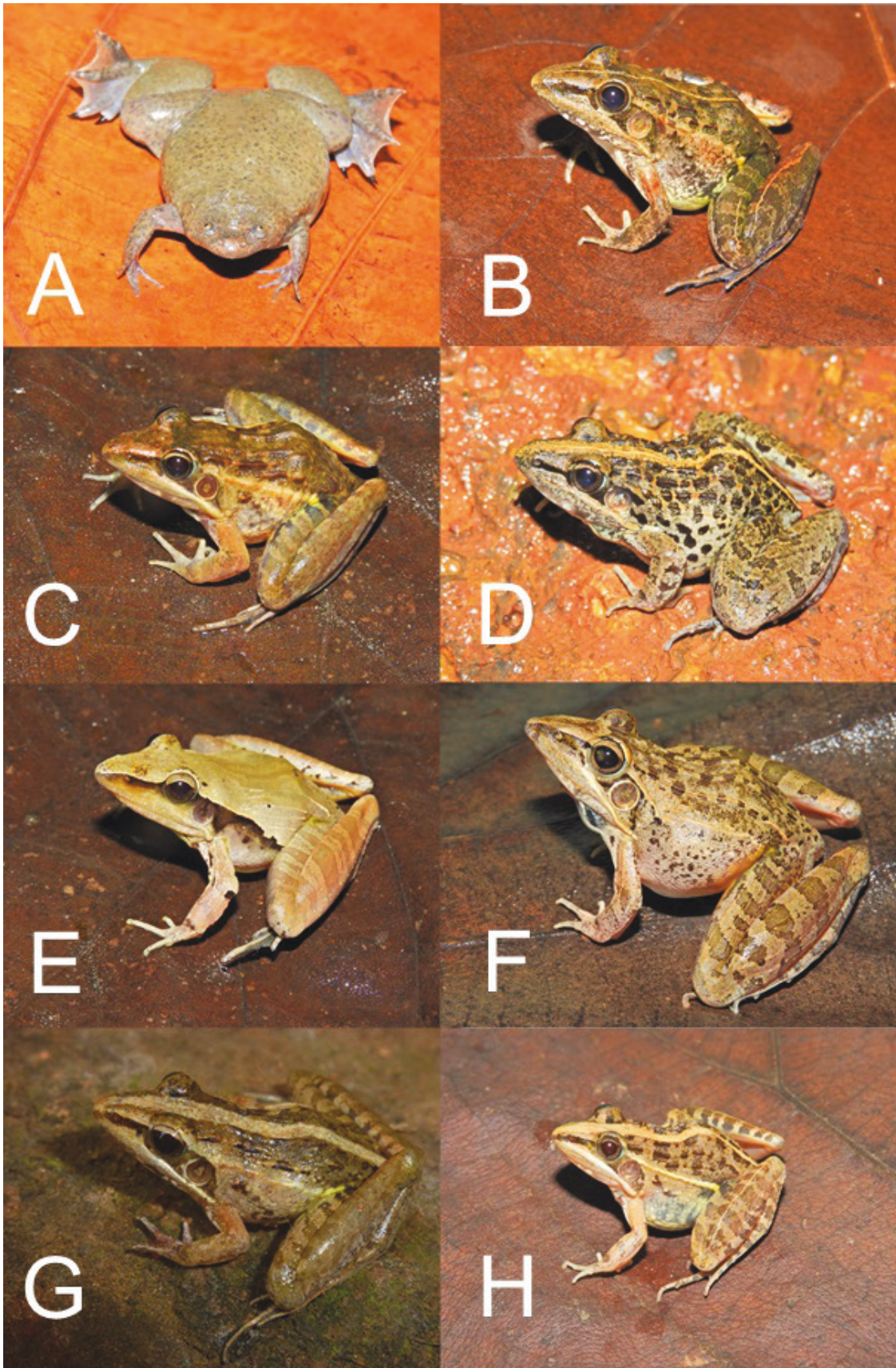
**Material:** One female, NGK-Nimba 0104 (Fig. 13D), and one male, NGK-Nimba 0105. **Comments:** We found *P. bibroni* in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl) along road puddles during the rainy season, and in cocoa and coffee plantations during the dry season. This frog is known from humid savannahs, but was also reported from dry savannahs and open degraded forests (Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). The body size of males ranged from 39.0–46.0 mm (N = 6), while females reached 46.5–57.0 mm (N = 7).

#### ***Ptychadena longirostris* (Peters, 1870)**

Snouted Grass Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0039 (Fig. 13E).

**Comments:** *Ptychadena longirostris* was found along a forest trail with puddles of various sizes (07°32.993'N, 008°24.753'W; 425 m asl). They had a yellowish back with an ill-defined darker lateral band, stretching from the nares through eyes, tympanum, and flanks to the groin. The size of males ranged from 43.0–46.0 mm (N = 4); two females measured 50.0 and 52.5 mm (N = 2). This West African species is known to breed in puddles along forest roads (Guibé and Lamotte 1954; Rödel



**Fig. 13.** Pipid and ptychadenid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Xenopus tropicalis* female (A); *Ptychadena arnei* female (B); *P. arnei* male (C); *P. bibroni* male (D); *P. longirostris* male (E); *P. oxyrhynchus* male (F); *P. pujoli* male (G); *P. pumilio* female (H).

2000). It preys on various insects and occasionally even aquatic food items (Konan et al. 2016).

***Ptychadena oxyrhynchus* (Smith, 1849)**

Sharp-nosed Grass Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0040, NGK-Nimba 0041, and one male, NGK-Nimba 0042 (Fig. 13F). **Comments:** *Ptychadena oxyrhynchus* is a large frog with extremely robust and long hind legs. It occurs in savannahs and edges of the forest zone across sub-Saharan Africa (Rödel 2000; Channing and Rödel 2019). During the rainy season, the species was found in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl), along dirt roads with temporary water bodies of different sizes. The species survives the dry season in humid parts of rice paddies. In this season, rice is harvested and we saw the frogs in vast numbers. The sizes of two females were 59.0 and 64.8 mm, while a male measured 52.0 mm.

***Ptychadena pujoli* (Lamotte and Ohler, 1997)**

Pujol's Grass Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0045 (Fig. 13G). **Comments:** The biology of *Ptychadena pujoli* is very insufficiently known. It seems to occur in savannah swamps and grassland habitats from eastern Sierra Leone, through the Upper Guinea highlands, to western Ivory Coast (Lamotte and Ohler 1997; Channing and Rödel 2019). After a heavy rainfall, some migrating individuals were found among short grasses near houses in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). A male (48.5 mm SUL) with a brownish-grey back had a beige vertebral band. Its back was smooth to slightly granular. Flanks were light with some large warts. The animal had continuous light-colored external folds and distinguishable sacral folds. Its legs exhibited greyish dark crossbars, and its feet lacked metatarsal tubercles. The venter was yellowish. This species lived in syntopy with *P. arnei* in rice paddies around villages in the Daloa region (Kouamé et al., unpub. data).

***Ptychadena pumilio* (Boulenger, 1920)**

Western Dwarf Grass Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0069 (Fig. 13H). **Comments:** A female *P. pumilio* was recorded in an open area with a shallow but densely vegetated pond near the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). The species is known from a wide range of habitats from humid to dry savannahs, to open areas in degraded forests, and ranges from southern Mauritania through the savannah belt to eastern Africa (Rödel 2000; Onadeko and Rödel 2008; Padial et al. 2008; Adeba et al. 2010; Channing and Rödel 2019).

***Ptychadena retropunctata* (Angel, 1949)**

Nimba Grass Frog

**Material:** Two males, NGK-Nimba 0060, NGK-Nimba 0061, and two females, NGK-Nimba 0062, NGK-Nimba

0063 (Fig. 14A). **Comments:** Five *P. retropunctata* were recorded on a high plateau with predominantly grassy mountain pastures and herbaceous vegetation (07°35.453'N, 008°24.957'W; 843 m asl). The SULs of males varied from 28.0–30.5 mm (N = 3), while two females measured 29.0 and 37.5 mm. Whereas four frogs were rust-colored, a female had a deep brown dorsum. In contrast to Rödel (2000) and Channing and Rödel (2019), who describe a white venter, our specimens had a yellow venter. The species was described previously from Mounts Nimba (Angel 1949). Further records became known only from a few montane localities in southeastern Guinea (summarized in Rödel et al. 2004), the Loma Mountains in Sierra Leone (Lamotte 1971), northern Guinea (Hillers et al. 2006), and southeastern Senegal (Monasterio et al. 2016). This is the first country record for *P. retropunctata* in Ivory Coast.

***Ptychadena stenocephala* (Boulenger, 1901)**

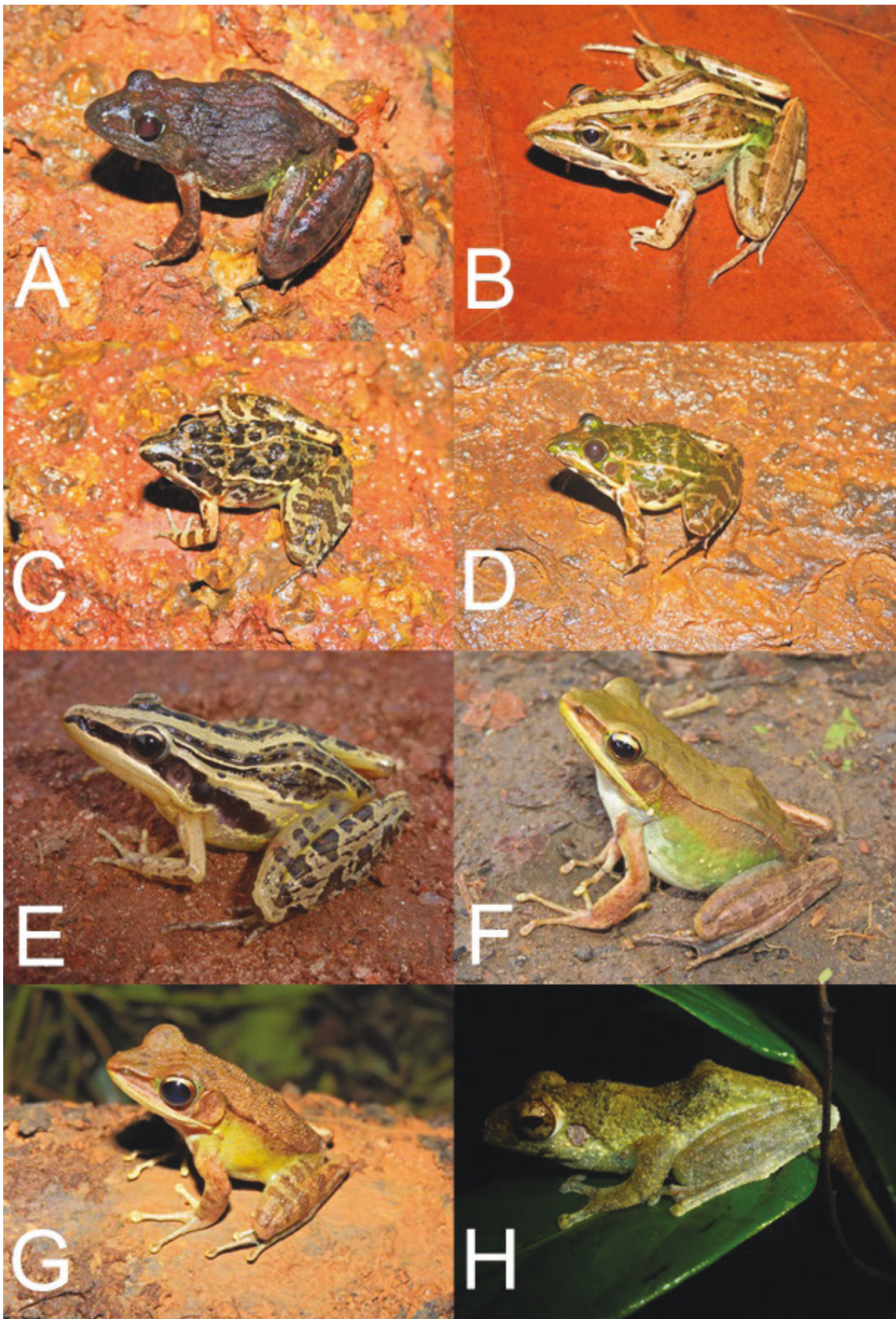
Narrow-headed Grass Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0030, NGK-Nimba 0100 (Fig. 14B). **Comments:** Two females of the *Ptychadena stenocephala*-complex (Rödel and Channing 2019) have been found at the edge of a roadside puddle near a heavily degraded forest in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl). While they superficially resemble *P. mascareniensis*, e.g., by the ridges and a similar vertebral band (see e.g., Rödel and Glos 2019), they differ from the latter species by reduced webbing, and much more slender body shape (Channing and Rödel 2019). The exact taxonomic status of these frogs requires further research.

***Ptychadena submascareniensis* (Guibé and Lamotte, 1953)**

Small Grass Frog

**Material:** Three females, NGK-Nimba 0044, NGK-Nimba 0046, NGK-Nimba 0047 (Fig. 14C), and two males, NGK-Nimba 0048, NGK-Nimba 0049 (Fig. 14D). **Comments:** We found a large population of *P. submascareniensis* in predominantly grassy mountain pastures with herbaceous vegetation (07°35.453'N, 008°24.957'W; 843 m asl). There, the species occurred in vast numbers (> 1,500 individuals in an area of approximately 50 ha) during the rainy season. Calling males were observed during the day with peaks between 0830–1030 h GMT and 1830–2000 h GMT. The weather conditions during these observations were characterized by low visibilities due to mist and windy weather. We recorded two migrating individuals in montane grassland in sympatry with *A. cruscolum* and *N. occidentalis* (07°35.555'N, 008°25.788'W; 1,235 m asl). These rarely documented frogs (compare Guibé and Lamotte 1953, 1958a; Rödel and Bangoura 2004) have a compact body with a moderately pointed snout. Adult females measured 29.5–32.0 mm (N = 8), while males ranged from 24.0–



**Fig. 14.** Ptychadenid, ranid, and rhacophorid frogs from Mount Nimba Integrated Nature Reserve: *Ptychadena retropunctata* (A); *P. stenocephala* female (B); *P. submascareniensis* female (C); *P. submascareniensis* male (D); *P. tournieri* female (E); *Amnirana* sp. 'albolabris west' female (F); *Amnirana* sp. 'albolabris west' male (G); *Chiromantis rufescens* male (H).

27.5 mm (N = 18). According to Channing and Rödel (2019), Mount Nimba is the only known Ivorian site to host *P. submascareniensis*.

### ***Ptychadena tournieri* (Guibé and Lamotte, 1955)**

Tourmier's Grass Frog

**Material:** Two females, NGK-Nimba 0054, NGK-Nimba 0055 (Fig. 14E), and one male, NGK-Nimba 0056. **Comments:** *Ptychadena tournieri* is widespread in patches of humid and dry savannahs from Senegal into Benin (Rödel 2000; Nago et al. 2006; Adeba et al. 2010; Channing and Rödel 2019). We found the species in open areas, most often among grasses at the edge of plantations. One male measured 35.0 mm, while three females ranged from 39.0–49.0 mm.

## **Ranidae**

### ***Amnirana* sp. 'albolabris-West'**

West African White-lipped Frog

**Material:** Female, NGK-Nimba 0101 (Fig. 14F). **Comments:** *Amnirana* sp. 'albolabris-West' is a forest-dwelling frog occurring in the Upper Guinean zone, formerly regarded as being conspecific with the real *A. albolabris* from Central African forests (Jongsma et al. 2018). While its description is being prepared, the occurrence of this species has been even more recently confirmed for Burkina Faso (Ayoro et al. 2020). This taxon was recorded in the Yéalé village, where a chorus was heard at night in a densely vegetated swampy area. One to two males initiated calling and many other males then joined the chorus. A similar behavior was also observed in *A. fonensis* (Kouamé et al., unpub. data). In the Yéalé village, frogs belonging to *A.* sp. 'albolabris-West' were also found in large numbers (N > 50) in a cocoa and coffee plantation near a large pond. Females had a less spiny back than males (Fig. 14G).

## **Rhacophoridae**

### ***Chiromantis rufescens* (Günther, 1869)**

Western Foam-nest Frog

**Material:** Male, NGK-Nimba 0102 (Fig. 14H). **Comments:** *Chiromantis rufescens* is a complex of treefrog species (Leaché et al. 2019), occurring in rainforest and the transition zone between forest and savannah, from West and Central Africa to the southernmost record in Angola (Lamotte 1967; Schiøtz 1967; Channing and Rödel 2019; Rödel and Glos 2019; Ernst et al. 2020). They are the only West African species depositing foam nests above stagnant waters (Coe 1967, 1974; Schiøtz 1967; Monayong Ako'o 1978; Rödel et al. 2002). During the entire survey in Mounts Nimba, only one specimen was found on a dark night in a plantation from the Yéalé village dominated by cocoa and coffee trees (Fig. 14H). This specimen measured 45.0 mm in SUL.

## **Discussion**

The amphibian fauna of the Nimba Mountains ranks among the best-known amphibian faunas in West Africa. However, our knowledge is almost completely based on records from the Guinean and Liberian parts of this mountain range (e.g., Guibé and Lamotte 1958a,b, 1963; Xavier 1978; Rödel et al. 2009, 2010; Sandberger et al. 2010; Sandberger-Loua et al. 2018a; Schäfer et al. 2019). Here, we present for the first time a comprehensive summary of the amphibian fauna of the Ivorian part of the mountains.

Such a summary is particularly pressing as the Nimba Mountains, with about 65 amphibian species recorded so far, comprise the most species-rich amphibian site in West Africa (summarized in Rödel et al. 2004; Barej et al. 2015; Schäfer et al. 2019; Channing and Rödel 2019; and several unpublished records), but it is also highly threatened by several factors. The Liberian part had been mined already in the last century (Lamotte 1983), the Guinean part has been prospected for mining and mining will be implemented there soon (J. Doumbia, pers. comm.). In the Ivorian part, natural forest and savannah habitats in the lowlands are imperiled by agricultural encroachment (Woods 2003), and mid-elevation and mountain grasslands are prone to the uncontrolled spread of bush-fires (Lamotte 1959; Hillers et al. 2008b; Sandberger-Loua et al. 2016; this study). Thus, it is important to understand the distributions of species, in particular the endemic and threatened species, of the amphibian fauna.

During our survey we detected 53 amphibian taxa. The smooth skinned, mid-sized squeaker frogs of the *Arthroleptis poecilonotus*-complex likely comprise several species (Rödel and Bangoura 2004), potentially including *A. nimbaensis*. Species which are important finds in this study are *Nimbaphrynoides occidentalis*, *Arthroleptis cruscolum*, *Hyperolius nimbae*, *H. soror*, *H. sp.*, and *Kassina cochraniae*, as well as several *Ptychadena* spp. (*arnei*, *pujoli*, *retropunctata*, and *submascareniensis*). These species all have limited ranges in the western part of the Upper Guinea biodiversity hotspot, where at least two of them, *Nimbaphrynoides occidentalis* and *Hyperolius nimbae*, are endemic to the Nimba Mountains (Channing and Rödel 2019)—the first to the montane grasslands and the second to the Ivorian foothills of the mountain. The montane and mid-elevation savannah grasslands of the MNINR are the only known and remaining Ivorian habitats for *N. occidentalis*, *P. retropunctata*, and *P. submascareniensis*. Sandberger-Loua et al. (2016) have shown that *N. occidentalis* comprises three isolated populations, two in Guinea and one in Liberia, however, there is some gene flow (Sandberger-Loua et al. 2018b). So far, it is unclear if the Ivorian records comprise a fourth population or (more likely) are sub-populations of the Guinean populations. Their habitats, the montane grasslands, are



facing the uncontrolled spread of bush-fires. In lowland habitats, human encroachments, forest fragmentation, and steadily increasing agricultural activities, and thus most likely a variety of agrochemicals, are crucial threats for other amphibian species such as *H. nimbae*. However, large areas of dense, broadleaf and evergreen forests, stretching from the lower to mid-elevation slopes, still prevail in MNINR (Fig. 4). Fourteen species, which became known from the Guinean and Liberian parts of the Nimba mountains, could not be detected in this study: *Arthroleptis krokosua*, *A. langeri*, *Sclerophrys chevalieri*, *Afrixalus weidholzi*, *Hyperolius zonatus*, *Phlyctimantis boulengeri*, *Phrynobatrachus calcaratus*, *P. hieroglyphicus*, *P. maculiventris*, *Ptychadena superciliaris*, *P. aff. aequiplicata*, *Odontobatrachus natator*, *Amnirana occidentalis*, *Geotrypetes pseudoangeli*, and *G. seraphini*. One further species, *Kassina lamottei*, was reported previously from the Ivorian Nimba area, but likewise could not be recorded here. The latter species seems to require large pristine lowland rainforests and reproduces in larger, stagnant ponds (but not in rivers or puddles). In Taï National Park, it was one of the most sensitive species concerning forest alteration (Rödel and Ernst 2001a; Ernst and Rödel 2005; Ernst et al. 2006).

For most of these species, our searching methods, which included acoustic sampling, should be efficient, as shown by our estimation curves indicating sufficient sampling effort for the species richness that occurs in the Ivorian sector of Mounts Nimba. Additionally, many species are more readily detected by their calls than sight, and as frogs were not active at all times, most of them are naturally rare and hide well, and thus are difficult to detect. Some may have escaped our attention in the field, e.g., tree-frogs hiding in the canopy. In order to find caecilians, which mainly live underground, we would have needed to dig in the most promising habitats. However, it is absolutely possible that at least some of these species are absent from the Ivorian slopes of the mountain. For instance, *Arthroleptis langeri* is only known from a few individuals of the Guinean part of Mount Nimba and isolated populations in Liberia (Nopper et al. 2012), while *Phrynobatrachus maculiventris* has been confirmed from a few sites in Guinea and Liberia (Rödel et al. 2009), and *P. hieroglyphicus* is only known from the type specimen and a locality in Liberia (Rödel et al. 2010). However, some other species, like *Phlyctimantis boulengeri*, are known to occur even in disturbed habitats (Rödel and Ernst 2001b, 2003), and thus were expected to occur in MNINR as well. Likewise, our search for *Kassina lamottei* in Zéalé, a formerly known Ivorian lowland locality from the eastern flanks of Mounts Nimba (Schlötter 1967), remained unsuccessful (NG Kouamé et al., unpub. data). There, primary forest has been cleared completely and new asphalted concrete roads facilitate commerce between Ivory Coast and Guinea (NG Kouamé, pers. obs.).

With 53 amphibian taxa, the MNINR is less diverse compared to the known species records in the Guinean part of the Nimba Mountains (Guibé and Lamotte 1958a,b, 1963; Xavier 1978; Rödel et al. 2009, 2010; Sandberger et al. 2010; Sandberger-Loua et al. 2018a; Schäfer et al. 2019). However, the Guinean part has a much larger area (12,540 ha) with a broader range of forested habitats, thus representing the most significant part of the Nimba mountain chain. As part of a set of discontinuous montane reliefs, the Upper Guinea mountain ranges extend along a northwest-southeast line from the Fouta Djallon massif in western Guinea to the regions of Danané and Man in Ivory Coast. The western slopes of these mountains generally receive higher precipitation than the eastern slopes (Rödel and Bangoura 2004; Lauginie 2007; Sandberger-Loua et al. 2017). As a consequence, the Ivorian slopes comprise more savannah patches. This may also explain the restriction of *H. nimbae* to the eastern slopes, as this reedfrog seems to prefer the transition zone between forest and savannah (Kouamé et al. 2016; this study). Nevertheless, when comparing various amphibian assemblages, both Nimba slopes share the highest faunal similarity in the region (comparing Table 3 and Appendix). Compared with other nearby sites, the amphibian species richness of MNINR is also higher than those of Mount Sangbé National Park (Rödel 2003), Diécké Forest Reserve (Rödel et al. 2004), Zياما Forest (Chabanaud 1920, 1921; Böhme 1994a, 1994b), and the Pic de Fon-Simandou range (Parker 1936; Taylor 1968; Rödel and Bangoura 2004). Still, MNINR shares a high number of amphibian species (48–72%) with these sites. Interestingly two range restricted species, e.g., *Conraua cf. alleni* (Fig. 8A–B) and *Odontobatrachus arndti* (Fig. 11B), are known from the Guinean part of Mounts Nimba (Barej et al. 2015; Schäfer et al. 2019), the MNINR (this study), and the adjacent Mount Sangbé National Park (Rödel 2003). This may indicate an area of unique amphibian composition. For instance, the *Conraua* spp. from Mount Sangbé, and potentially those from MNINR, differ in call characteristics from those in more southern Ivorian localities (Rödel and Branch 2002; M.-O. Rödel, unpub. data). The cryptic reedfrog, *Hyperolius* sp. (Fig. 10G–H), needs further investigation because it may represent an undescribed species. Compared with other pristine forest areas, the species richness of MNINR is in the range of Taï National Park in southwestern Ivory Coast (Rödel and Ernst 2004; Ernst et al. 2006; Table 3 and Appendix). Although the Taï National Park is a lowland habitat, it shares 62% of the amphibian species with our study area, emphasising the high diversity of the Upper Guinea rainforests. In addition to this richness of lowland rainforest, the Nimba Mountains are thought to be a refuge area where different faunas met and survived. For instance, *Arthroleptis krokosua* is otherwise only known from Ghana and Guinea, and in contrast *Odontobatrachus arndti* and *O. natator* may be in contact with each other

on the southwestern slopes of the mountain. Some species are endemic to the area (*N. occidentalis*, *H. nimbae*), or seem to have their range center there: *A. cruscolum*, *Kassina cochranæ*, *Ptychadena retropunctata*, *P. submascareniensis*, *P. arnei*, and *P. pujoli*. The Nimba Mountains are supposed to have represented a forest refugium during dry Pleistocene times (Maley 1996), thus forest species may have survived unfavorable conditions for prolonged times in this area. Only with strict protection of the Nimba Mountains and its habitats, will such survival be possible in the future as well.

## Conclusion

Our discoveries of *Arthroleptis cruscolum* and *Ptychadena retropunctata* added two species to the list of the amphibian fauna of Ivory Coast. The unique and diverse mosaic of habitats on Mounts Nimba supports numerous species and their ecosystem services. Our results should be taken as a baseline for future management, monitoring, and conservation activities. Most urgently, management efforts should try to mitigate bush-fires in mountain grasslands, e.g., to protect the viviparous Nimba toad, *N. occidentalis*. Furthermore, we recommend the strict protection of the remaining forest habitats. At lower elevations, it is important to encourage local activities concerning reforestation of previously forested areas and the conservation of (sacred) village forests from which some rare or endemic (e.g., *H. nimbae*, *K. cochranæ*, *P. arnei*, *P. pujoli*), as well as threatened species (e.g., *Leptopelis macrotis*) benefit.

**Acknowledgements.**—We are very indebted to the “Ministère de l’Environnement et du Développement Durable” of Côte d’Ivoire, and in particular the “Office Ivoirien des Parcs et Réserves, Direction de Zone Ouest” for permitting the research. We would like to acknowledge the local populations of Danané villages for their hospitality, and are especially grateful for the support and collaboration from Paul Seu, elder of Kouan-Houlé. We furthermore thank Nicolas Granier, a conservationist of the Biotopie Foundation France, for facilitating relationships between the local people of Yéalé and our team. We are also thankful to Drog David Gueu, Berthé Zangbéli, and Zoda Alphonse Tokpa, our local assistants and field guides, for their invaluable help during the field work. We would like to acknowledge Alan Channing and Raffael Ernst for their constructive role as reviewers, improving the manuscript. We are grateful to Werner Conradie for the valuable comments he added regarding our manuscript.

## Literature Cited

- Adeba PJ, Kouassi P, Rödel MO. 2010. Anuran amphibians in a rapidly changing environment – revisiting Lamto, Côte d’Ivoire, 40 years after the first herpetofaunal investigations. *African Journal of Herpetology* 59: 1–18.
- Adum GB, Ofori-Boateng C, Oduro W, Rödel MO. 2011. Re-discovery of the giant West African Squeaker, *Arthroleptis krokosua* Ernst, Ageyi, and Rödel, 2008 (Amphibia: Anura: Arthroleptidae) in two forests of south-western Ghana with observations on the species’ variability and habitat preferences. *Zootaxa* 2744: 34–38.
- Angel F. 1949. Une grenouille nouvelle, *Rana (Ptychadena) retropunctata*, du Mt. Nimba (Matériaux de la Mission M. Lamotte en Haute Guinée Française). *Bulletin du Muséum National d’Histoire Naturelle* 21: 509–511.
- Angel F, Guibé J, Lamotte M. 1954a. Lézards, in La réserve naturelle intégrale du mont Nimba, II. *Mémoires de l’Institut Français d’Afrique Noire* 40: 371–379.
- Angel F, Guibé J, Lamotte M, Roy R. 1954b. Serpents, in La réserve naturelle intégrale du mont Nimba, II. *Mémoires de l’Institut Français d’Afrique Noire* 40: 381–402.
- Arnoult J, Lamotte M. 1958. Contribution à l’étude des batraciens de l’Ouest africain VI. – Développement larvaire de deux espèces d’*Hyperolius*: *H. zonatus* Laurent et *H. lamottei* Laurent. *Bulletin de l’Institut Français d’Afrique Noire Série A* 20: 573–586.
- Assemian NE, Kouamé NG, Tohé B, Gourène G, Rödel MO. 2006. The anurans of the Banco National Park, Côte d’Ivoire, a threatened West African rainforest. *Salamandra* 42: 41–51.
- Ayoro HJ, Segniagbeto GH, Hema EM, Penner J, Oueda A, Dubois A, Rödel MO, Kabré GB, Ohler A. 2020. List of amphibian species (Vertebrata, Tetrapoda) of Burkina Faso. *Zoosystema* 42: 547–582.
- Bakarr M, Bailey B, Byler D, Ham R, Olivieri S, Omland M. (Editors). 2001. *From the Forest to the Sea: Biodiversity Connections from Guinea to Togo*. Conservation International, Washington, DC, USA. 78 p.
- Barbour T, Loveridge A. 1927. Some undescribed frogs and a new gecko from Liberia. *Proceedings of the New England Zoological Club* 10: 13–18.
- Barej MF, Schmitz A, Penner J, Doumbia J, Sandberger-Loua L, Hirschfeld M, Brede C, Emmrich M, Kouamé NG, Hillers A, et al. 2015. Life in the spray zone: overlooked diversity in West African torrent-frogs (Anura, Odontobatrachidae, *Odontobatrachus*). *Zoosystematics and Evolution* 91: 115–149.
- Bittencourt-Silva GB, Bayliss J, Conradie W. 2020. First herpetological surveys of Mount Lico and Mount Socone, Mozambique. *Amphibian & Reptile Conservation* 14(2) [General Section]: 198–217 (e247).
- Blackburn DC. 2008. A new species of *Cardioglossa* (Amphibia: Anura: Arthroleptidae) endemic to Mount Manengouba in the Republic of Cameroon, with an

- analysis of morphological diversity in the genus. *Zoological Journal of the Linnean Society* 154: 611–630.
- Blackburn DC, Kosuch J, Schmitz A, Burger M, Wagner P, Gonwouo LN, Hillers A, Rödel MO. 2008. A new species of *Cardioglossa* (Anura: Arthroleptidae) from the Upper Guinean forests of West Africa. *Copeia* 2008: 603–612.
- Böhme W. 1994a. Frösche und Skinke aus dem Regenwaldgebiet Südost-Guineas, Westafrika. I. Einleitung; Pipidae, Arthroleptidae, Bufonidae. *herpetofauna* 16(92): 11–19.
- Böhme W. 1994b. Frösche und Skinke aus dem Regenwaldgebiet Südost-Guineas, Westafrika. II. Ranidae, Hyperoliidae, Scincidae; faunistisch-ökologische Bewertung. *herpetofauna* 16(93): 6–16.
- Chabanaud P. 1920. Contribution à l'étude de la faune herpétologique de l'Afrique Occidentale. Note préliminaire sur les résultats d'une mission scientifique en Guinée française (1919–1920). *Bulletin de Comité d'études Historiques et Scientifiques de l'Afrique Occidentale Française* 1920: 489–497.
- Chabanaud P. 1921. Contribution à l'étude de la faune herpétologique de l'Afrique Occidentale. *Bulletin de Comité d'études Historiques et Scientifiques de l'Afrique Occidentale Française* 1921: 445–472.
- Channing A, Howell KM. 2006. *Amphibians of East Africa*. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA. 418 p.
- Channing A, Rödel MO. 2019. *Field Guide to the Frogs and other Amphibians of Africa*. Struik Nature, Cape Town, South Africa. 407 p.
- Coe MJ. 1967. Co-operation of three males in nest construction by *Chiromantis rufescens* Günther (Amphibia: Rhacophoridae). *Nature* 214: 112–113.
- Coe MJ. 1974. Observations on the ecology and breeding biology of the genus *Chiromantis* (Amphibia: Rhacophoridae). *Journal of Zoology* 172: 13–34.
- Crawford AJ, Lips KR, Bermingham E. 2010. Epidemic disease decimates amphibian abundance, species diversity, and evolutionarily history in the highlands of central Panama. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 13,777–13,782.
- Decher J, Gris CR, Garteh JC, Kilpatrick CW, Kuhn HJ, Phalan B, Monadjem A, Kadjo B, Jacquet F, Denys C. 2016. New evidence of the semi-aquatic Nimba Otter Shrew (*Micropotamogala lamottei*) at Mount Nimba and in Putu Range of Liberia. Uncertain future for an evolutionary distinct and globally endangered (EDGE) species in the face of recent industrial developments. *Journal of Contemporary Water Research and Education* 157: 46–57.
- Doherty-Bone T, Gvoždík V. 2017. The amphibians of Mount Oku, Cameroon: an updated species inventory and conservation review. *ZooKeys* 643: 109–139.
- Ernst R, Lautenschläger T, Branquima MF, Hölting M. 2020. At the edge of extinction: a first herpetological assessment of the proposed Serra do Pingano Rainforest National Park in Uíge Province, northern Angola. *Zoosystematics and Evolution* 96: 237–262.
- Ernst R, Linsenmair KE, Rödel MO. 2006. Diversity erosion beyond the species level: dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. *Biological Conservation* 133: 143–155.
- Ernst R, Rödel MO. 2005. Anthropogenically induced changes of predictability in tropical anuran assemblages. *Ecology* 86: 3,111–3,118.
- Ernst R, Rödel MO. 2006. Community assembly and structure of tropical leaf-litter anurans. *Ecotropica* 12: 113–129.
- Ernst R, Rödel MO. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology* 24: 111–120.
- Érard C, Brosset A. 2003. Les oiseaux de la région du Nimba: structure et fonctionnement des peuplements. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 639–685.
- Girard C. 2003. Etude des peuplements d'Elateridae (Coleoptera) de la région du mont Nimba et descriptions de taxons nouveaux. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 393–549.
- Gongomin BAI, Kouamé NG, Rödel MO. 2019. New records of the Togo Toad, *Sclerophrys togoensis*, from south-eastern Ivory Coast. *Herpetology Notes* 12: 501–508.
- Guibé J, Lamotte M. 1953. *Rana* (*Ptychadena*) *submascareniensis*, batracien nouveau de l'Afrique Occidentale. *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle Série A* 25: 361–364.
- Guibé J, Lamotte M. 1954. Étude comparée de *Rana* (*Ptychadena*) *longirostris* Peters et *R. (Pt.) aequiplicata* Werner. *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle Série A* 26: 318–321.
- Guibé J, Lamotte M. 1957. Révision systématique des *Ptychadena* (Batraciens Anoures Ranidés) d'Afrique Occidentale. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire* 19: 937–1,003.
- Guibé J, Lamotte M. 1958a. Batraciens (sauf *Arthroleptis*, *Phrynobatrachus* et *Hyperolius*). *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 53: 241–273.
- Guibé J, Lamotte M. 1958b. Morphologie et reproduction par développement direct d'un anoure du Mont Nimba, *Arthroleptis crusculum* Angel. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle Série A* 30: 125–133.
- Guibé J, Lamotte M. 1963. Batraciens du genre *Phrynobatrachus*. *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 66: 601–627.
- Hero JM, Morrison C. 2004. Frog declines in Australia:

- global implications. *Herpetological Journal* 14: 175–186.
- Herrmann HW, Böhme W, Herrmann PA, Plath M, Schmitz A, Solbach M. 2005. African biodiversity hotspots: the amphibians of Mt. Nlonako, Cameroon. *Salamandra* 41: 61–81.
- Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LAC, Foster MS. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA. 364 p.
- Hillers A, Bangoura MA, Loua NS, Rödel MO. 2006. A rapid survey of amphibians and reptiles in the Boké region, northwestern Guinea. Pp. 131–136 In: *A Rapid Biological Assessment of Boké Préfecture, northwestern Guinea. RAP Bulletin of Biological Assessment 41*. Editors, Wright HE, McCullough J, Diallo MS. Conservation International, Washington, DC, USA. 190 p.
- Hillers A, Boateng CO, Segniagbeto GH, Agyei AC, Rödel MO. 2009. Assessment of the amphibians in the forests of southern Ghana and western Togo. *Zoosystematics and Evolution* 85: 127–141.
- Hillers A, Loua NS, Rödel MO. 2008a. A preliminary assessment of the amphibians of the Fouta Djallon, Guinea, West Africa. *Salamandra* 44: 113–122.
- Hillers A, Loua NS, Rödel MO. 2008b. Assessment of the distribution and conservation status of the viviparous toad, *Nimbaphrynoides occidentalis*, on Monts Nimba, Guinea. *Endangered Species Research* 5: 13–19.
- Hillers A, Rödel MO. 2007. The amphibians of three national forests in Liberia, West Africa. *Salamandra* 43: 1–10.
- Hillers A, Veith M, Rödel MO. 2008c. Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf litter frogs. *Conservation Biology* 22: 762–772.
- Ineich I. 2003. Contribution à la connaissance de la biodiversité des régions afromontagnardes: les reptiles du mont Nimba. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 597–637.
- Jongsma GFM, Barej MF, Barratt CD, Burger M, Conradie W, Ernst R, Greenbaum E, Hirschfeld M, Leaché AD, Penner J, et al. 2018. Diversity and biogeography of frogs in the genus *Amnirana* (Anura: Ranidae) across sub-Saharan Africa. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 120: 274–285.
- Juárez-Ramírez MC, Aguilar-López JL, Pineda E. 2016. Protected natural areas and the conservation of amphibians in a highly transformed mountainous region in Mexico. *Herpetological Conservation and Biology* 11: 19–28.
- Khatiwada JR, Zhao T, Chen Y, Wang B, Xie F, Cannatella DC, Jiang J. 2019. Amphibian community structure along elevation gradients in eastern Nepal Himalaya. *BMC Ecology* 19: 19.
- Konan JCBYN, Kouamé NG, Kouamé AM, Adepo-Gourène AB, Rödel MO. 2016. Feeding habits of two sympatric rocket frogs (genus *Ptychadena*) in a forest remnant of southern-central Ivory Coast, West Africa. *Entomology, Ornithology, and Herpetology: Current Research* 5: 176.
- Kouamé NG, Assemian NE, Tohé B, Adeba PJ, Gourène G, Rödel MO. 2016. Rediscovery of the Mount Nimba Reedfrog, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, in western Ivory Coast (Anura: Hyperoliidae). *Herpetozoa* 29: 3–13.
- Kouamé NG, Boateng CO, Rödel MO. 2007. A rapid survey of the amphibians from the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Region, Ghana. Pp. 76–83 In: *A Rapid Biological Assessment of the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Ghana. RAP Bulletin of Biological Assessment 47*. Editors, McCullough, J, Alonso LE, Naskrecki P, Wright HE, Osei-Owusu Y. Conservation International, Washington, DC, USA. 193 p.
- Kouamé NG, Konan JCBYN, Adepo-Gourène AB, Gourène G, Rödel MO. 2014. The amphibians of the Yakassé-Mé village forest, a threatened rainforest of south-eastern Ivory Coast. *Herpetology Notes* 7: 657–665.
- Kouamé AM, Kouamé NG, Konan JCBYN, Adepo-Gourène AB, Rödel MO. 2015. Contributions to the reproductive biology and behavior of the Dotted Reed Frog, *Hyperolius guttulatus*, in southern-central Ivory Coast, West Africa. *Herpetology Notes* 8: 633–641.
- Kouamé NG, Ofori-Boateng C, Adum GB, Gourène G, Rödel MO. 2015. The anuran fauna of a West African urban area. *Amphibian & Reptile Conservation* 9(2) [Special Section]: 1–14 (e106).
- Kouamé NG, Tohé B, Assemian NE, Gourène G, Rödel MO. 2008. Prey composition of two syntopic *Phrynobatrachus* species in the swamp forest of Banco National Park, Ivory Coast. *Salamandra* 44: 177–186.
- Kouamé NG, Tohé B, Assemian NE, Gourène G, Rödel MO. 2018. Spatio-temporal distribution of five species of West African leaf-litter frogs. *Salamandra* 54: 21–29.
- Kozak KH, Wiens JJ. 2010. Niche conservatism drives elevational diversity patterns in Appalachian salamanders. *American Naturalist* 176: 40–54.
- Lamotte M. 1959. Observations écologiques sur les populations naturelles de *Nectophrynoides occidentalis* (Fam. Bufonidae). *Bulletin Biologique* 4: 355–413.
- Lamotte M. 1967. Les batraciens de la région de Gpakobo (Côte d'Ivoire). *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 29: 218–294.
- Lamotte M. 1969. Le parc national du Niokolo-Koba. Massif des Monts Loma (Sierra Leone), Fascicule III; XXX. Amphibiens (deuxième note). *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 84: 420–426.
- Lamotte M. 1971. Le Massif des Monts Loma (Sierra

- Leone), Fascicule I; XIX. Amphibiens. *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 86: 397–407.
- Lamotte M. 1983. The undermining of Mount Nimba. *Ambio* 12: 174–179.
- Lamotte M. (Editor). 1998. *Le Mont Nimba, Réserve de la Biosphère et Site du Patrimoine Mondial (Guinée et Côte d'Ivoire): Initiation à la Géomorphologie et à la Biogéographie*. UNESCO Publishing, Paris, France. 153 p.
- Lamotte M, Ohler A. 1997. Redécouverte de syntypes de *Rana bibroni* Hallowell, 1854, désignation d'un lectotype et description d'une espèce nouvelle de *Ptychadena* (Amphibia, Anura). *Zoosystema* 19: 531–543.
- Lamotte M, Ohler A. 2000. Révision des espèces du groupe de *Ptychadena stenocephala* (Amphibia, Anura). *Zoosystema* 22: 569–583.
- Lamotte M, Perret JL. 1968. Révision du genre *Conraua* Nieden. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Série A* 30: 1,603–1,644.
- Lamotte M, Roy R. 2003. Le peuplement animal du Mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 1–724.
- Lamotte M, Rougerie G, Roy R, Schnell R. 2003a. Le Nimba et ses principaux biotopes. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 29–50.
- Lamotte M, Roy R, Xavier F. 2003b. Les premiers temps de l'étude scientifique et de la protection du Nimba (1942–1978). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 11–27.
- Lamotte M, Sanchez-Lamotte C. 1999. Adaptation aux particularités climatiques du cycle biologique d'un anoure tropical, *Nectophrynoides occidentalis* Angel, 1943 (Bufonidae). *Alytes* 16: 111–122.
- Lauginie F. 2007. *Conservation de la Nature et Aires Protégées en Côte d'Ivoire*. Editions CEDA/NEI et Afrique Nature, Abidjan, Ivory Coast. 668 p.
- Laurent RF. 1958. Les rainettes du genre *Hyperolius*. *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire Série A* 53: 275–299 + 3 pls.
- Leaché AD, Portik DM, Rivera D, Rödel MO, Penner J, Gvoždik V, Greenbaum E, Jongsma GFM, Ofori-Boateng C, Burger M, et al. 2019. Exploring rain forest diversification using demographic model testing in the African Foam-nest Treefrog, *Chiromantis rufescens*. *Journal of Biogeography* 46: 2,706–2,721.
- Lips KR. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. *Conservation Biology* 13: 117–125.
- Maley J. 1996. The African rain forest: main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 104B: 31–73.
- Monadjem A, Richards L, Taylor PJ, Denys C, Dower A, Stoffberg S. 2013. Diversity of Hipposideridae in the Mount Nimba massif, West Africa, and the taxonomic status of *Hipposideros lamottei*. *Acta Chiropterologica* 15: 341–352.
- Monasterio C, Álvarez P, Trape JF, Rödel MO. 2016. The herpetofauna of the Dindefelo Natural Community Reserve, Senegal. *Herpetology Notes* 9: 1–6.
- Monayong Ako'o M. 1978. Développement embryonnaire et larvaire de *Chiromantis rufescens* (Günther) (Amphibien Anoure). *Annales de la Faculté des Sciences de Yaoundé* 25: 159–188.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Nago SGA, Grell O, Sinsin B, Rödel MO. 2006. The amphibian fauna of the Pendjari National Park and surroundings, northern Benin. *Salamandra* 42: 93–108.
- Nopper J, Gonwouo LN, Hillers A, Sandberger L, Ohler A, Rödel MO. 2012. New data on the distribution and morphology of the West African Squeaker Frog, *Arthroleptis langeri* Rödel, Doumbia, Johnson, and Hillers, 2009 (Amphibia: Anura: Arthroleptidae). *Zootaxa* 3170: 64–68.
- Ofori-Boateng C, Leaché AD, Obeng-Kankam B, Kouamé NG, Hillers A, Rödel MO. 2018. A new species of puddle frog, genus *Phrynobatrachus* (Amphibia: Anura: Phrynobatrachidae) from Ghana. *Zootaxa* 4374: 565–578.
- Onadeko AB, Rödel MO. 2008. Anuran surveys in southwestern Nigeria. *Salamandra* 44: 153–167.
- Padial JM, Barea-Azcón JM, García-Cardenete L, De la Riva I. 2008. The complex distress call of *Ptychadena pumilio* (Boulenger, 1920) (Anura: Ptychadenidae). *Salamandra* 44: 187–191.
- Parker HW. 1936. Amphibians from Liberia and the Gold Coast. *Zoologische Mededelingen, Leiden* 19: 87–102.
- Penner J, Adum GB, McElroy MT, Doherty-Bone T, Hirschfeld M, Sandberger L, Weldon C, Cunningham AA, Ohst T, Wombwell E, et al. 2013. West Africa: a safe haven for frogs? A sub-continental assessment of the chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *PLoS ONE* 8(2): e56236.
- Penner J, Wegmann M, Hillers A, Schmidt M, Rödel MO. 2011. A hotspot revisited: a biogeographical analysis of West African amphibians. *Diversity and Distributions* 17: 1,077–1,088.
- Pickersgill M. 2007. A redefinition of *Africalus fulvovittatus* (Cope, 1860) and *Africalus vittiger* (Peters, 1876) (Amphibia, Anura, Hyeroliidae). *African Journal of Herpetology* 56: 23–37.
- Portik DM, Bell RC, Blackburn DC, Bauer AM, Barratt CD, Branch WR, Burger M, Channing A, Colston TJ, Conradie W, et al. 2019. Sexual dichromatism drives diversification within a major radiation of African amphibians. *Systematic Biology* 68: 859–875.
- Portik DM, Jongsma GFM, Kouete T, Scheinberg LA, Freiermuth B, Tapondjou WP, Blackburn DC. 2016.

- A survey of amphibians and reptiles in the foothills of Mount Kupe, Cameroon. *Amphibian & Reptile Conservation* 10(2) [Special Section]: 37–67 (e131).
- Poynton JC, Loader SP, Conradie W, Rödel MO, Liedtke HC. 2016. Designation and description of a neotype of *Sclerophrys maculata* (Hallowell, 1854), and reinstatement of *Sclerophrys pusilla* (Mertens, 1937) (Amphibia: Anura: Bufonidae). *Zootaxa* 4098: 73–94.
- Raxworthy CJ, Nussbaum RA. 2000. Extinction and extinction vulnerability of amphibians and reptiles in Madagascar. *Amphibian & Reptile Conservation* 2: 15–23 (e7).
- Roy R. 2003. Les Acridiens du Nimba et de sa région. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 311–391.
- Rödel MO. 1995. *Phrynobatrachus francisci* im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste: Lebensräume, Aktivität und Nahrung in der ausgehenden Trockenzeit. *Salamandra* 31: 79–92.
- Rödel MO. 1998. A reproductive mode so far unknown in African ranids: *Phrynobatrachus guineensis* Guibé and Lamotte, 1961 breeds in tree holes (Anura: Ranidae). *Herpetozoa* 11: 19–26.
- Rödel MO. 2000. *Herpetofauna of West Africa 1. Amphibians of the West African Savanna*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 332 p.
- Rödel MO. 2003. The amphibians of Mont Sangbé National Park, Ivory Coast. *Salamandra* 39: 91–112.
- Rödel MO. 2007. The identity of *Hylambates hylroides* Boulenger, 1906 and description of a new small species of *Leptopelis* from West Africa. *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Zoologische Reihe* 83: 90–100.
- Rödel MO, Bangoura MA. 2004. A conservation assessment of amphibians in the Forêt Classée du Pic de Fon, Simandou Range, southeastern Republic of Guinea, with the description of a new *Amnirana* species (Amphibia Anura Ranidae). *Tropical Zoology* 17: 201–232.
- Rödel MO, Bangoura MA, Böhme W. 2004. The amphibians of south-eastern Republic of Guinea (Amphibia: Gymnophiona, Anura). *Herpetozoa* 17: 99–118.
- Rödel MO, Branch WR. 2002. Herpetological survey of the Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part I: amphibians. *Salamandra* 38: 213–232.
- Rödel MO, Doumbia J, Johnson AT, Hillers A. 2009. A new small *Arthroleptis* (Amphibia: Anura: Arthroleptidae) from the Liberian part of Mount Nimba, West Africa. *Zootaxa* 2302: 19–30.
- Rödel MO, Emmrich M, Penner J, Schimitz A, Barej FM. 2014. The taxonomic status of two West African *Leptopelis*: *L. macrotis* Schiøtz, 1967 and *L. spiritusnoctis* Rödel, 2007 (Amphibia: Anura: Arthroleptidae). *Zoosystematics and Evolution* 90: 21–31.
- Rödel MO, Ernst E. 2001a. Description of the tadpole of *Kassina lamottei* Schiøtz, 1967. *Journal of Herpetology* 35: 678–681.
- Rödel MO, Ernst E. 2001b. Redescription of the tadpole of *Phlyctimantis boulengeri* Perret, 1986, with preliminary comments on the biology of the species. *Alytes* 18: 178–186.
- Rödel MO, Ernst R. 2002a. A new *Phrynobatrachus* from the Upper Guinean rain forest, West Africa, including a description of a new reproductive mode for the genus. *Journal of Herpetology* 36: 561–571.
- Rödel MO, Ernst R. 2002b. A new reproductive mode for the genus *Phrynobatrachus*: *Phrynobatrachus alticola* has nonfeeding, nonhatching tadpoles. *Journal of Herpetology* 36: 121–125.
- Rödel MO, Ernst R. 2003. The amphibians of Marahoué and Mont Péko National Parks, Ivory Coast. *Herpetozoa* 16: 23–39.
- Rödel MO, Ernst R. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica* 10: 1–14.
- Rödel MO, Gil M, Agyei AC, Leaché AD, Diaz RE, Fujita MK, Ernst R. 2005. The amphibians of the forested parts of south-western Ghana. *Salamandra* 41: 107–127.
- Rödel MO, Glos J. 2019. Herpetological surveys in two proposed protected areas in Liberia, West Africa. *Zoosystematics and Evolution* 95: 15–35.
- Rödel MO, Grafe TU, Rudolf VHW, Ernst R. 2002. A review of West African spotted *Kassina*, including a description of *Kassina schioetzi* sp. nov. (Amphibia: Anura: Hyperoliidae). *Copeia* 2002: 800–814.
- Rödel MO, Ohler A, Hillers A. 2010. A new extraordinary *Phrynobatrachus* (Amphibia: Anura: Phrynobatrachidae) from West Africa. *Zoosystematics and Evolution* 86: 257–261.
- Rödel MO, Range F, Seppänen JT, Noe R. 2002. Caviar in the rain forest: monkeys as frog-spawn predators in Tai National Park, Ivory Coast. *Journal of Tropical Ecology* 18: 289–294.
- Rödel MO, Rudolf VHW, Frohshammer S, Linsenmair KE. 2004. Life history of a West African tree-hole breeding frog, *Phrynobatrachus guineensis* Guibé and Lamotte, 1961 (Amphibia: Anura: Petropedetidae). Pp. 31–44 In: *Ecology and Evolution of Phytotelm-breeding Anurans. Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan, No. 193*. Editor, Lehtinen RM. Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 73 p.
- Rödel MO, Sandberger L, Doumbia J, Hillers A. 2009. Revalidation of *Phrynobatrachus maculiventris* Guibé and Lamotte, 1958 and description of its aposematic colored tadpole. *African Journal of Herpetology* 58: 15–27.
- Rödel MO, Schorr G, Ernst R. 2001. Zur Biologie von *Cardioglossa leucomystax* (Boulenger, 1903), im Tai-Nationalpark, Elfenbeinküste. *Salamandra* 37:

- 239–260.
- Rödel MO, Spieler M. 2000. Trilingual keys to the savannah-anurans of the Comoé National Park, Ivory Coast. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A* 620: 1–31.
- Rudolf VHW, Rödel MO. 2007. Phenotypic plasticity and optimal timing of metamorphosis under uncertain time constraints. *Evolutionary Ecology* 21: 121–142.
- Sandberger-Loua L, Doumbia J, Rödel MO. 2016. Conserving the unique to save the diverse. Identifying key environmental determinants for the persistence of the viviparous Nimba Toad in a West African World Heritage Site. *Biological Conservation* 198: 15–21.
- Sandberger-Loua L, Doumbia J, Rödel MO. 2018a. The West African Giant Squeaker, *Arthroleptis krokosua* Ernst, Agyei, and Rödel, 2008 (Amphibia: Anura: Arthroleptidae), recorded in Guinea. *Herpetology Notes* 11: 271–273.
- Sandberger L, Hillers A, Doumbia J, Loua NS, Brede C, Rödel MO. 2010. Rediscovery of the Liberian Nimba Toad, *Nimbaphrynoides liberiensis* (Xavier, 1978) (Amphibia: Anura: Bufonidae), and reassessment of its taxonomic status. *Zootaxa* 2355: 56–68.
- Sandberger-Loua L, Müller H, Rödel MO. 2017. A review of the reproductive biology of the only known matrotrophic viviparous anuran, the West African Nimba Toad, *Nimbaphrynoides occidentalis*. *Zoosystematics and Evolution* 93: 105–133.
- Sandberger-Loua L, Rödel MO, Feldhaar H. 2018b. Gene-flow in the clouds: landscape genetics of a viviparous, montane grassland toad in the tropics. *Conservation Genetics* 19: 169–180.
- Schäfer M, Doumbia J, Rödel MO. 2019. The freshwater crab *Liberonautes latidactylus* (de Man, 1903) preys on adult Allen's Giant Frog, *Conraua alleni* (Barbour and Loveridge, 1927). *Herpetology Notes* 12: 1,073–1,076.
- Schiøtz A. 1967. The treefrogs (Rhacophoridae) of West Africa. *Spolia Zoologica Musei Haunienses* 25: 1–346.
- Schnell R. 1952. Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba (Afrique occidentale française). *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire* 22: 1–604.
- Simmons NB, Flanders J, Fils EMB, Parker G, Suter JD, Bamba S, Douno M, Keita MK, Morales AE, Frick WF. 2021. A new dichromatic species of *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the Nimba Mountains, Guinea. *American Museum Novitates* 2020(3963): 1–40.
- Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues ASL, Fischman DL, Waller RW. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306(5702): 1,783–1,786.
- Taylor EH. 1968. *The Caecilians of the World, a Taxonomic Review*. University of Kansas Press, Lawrence, Kansas, USA. 848 p.
- van der Hoek Y, Tuyisingize D, Eckardt W, Garriga N, Derhé MA. 2019. Spatial variation in anuran richness, diversity, and abundance across montane wetland habitat in Volcanoes National Park, Rwanda. *Ecology and Evolution* 2019: 1–11.
- Woods D. 2003. The tragedy of the cocoa pod: rent-seeking, land, and ethnic conflict in Ivory Coast. *The Journal of Modern African Studies* 41: 641–655.
- Xavier F. 1978. Une espèce nouvelle de *Nectophrynoides* (Anura, Bufonidae) des Monts Nimba, *N. liberiensis* n.sp. I – Description de l'espèce. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 103: 431–441.
- Xavier F. 2009. La belle histoire du petit crapaud vivipare du Mont Nimba. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 134: 13–21.
- Zimkus BM, Baláz V, Belasen AM, Bell RC, Channing A, Doumbia J, Fokam EB, Gonwouo LN, Greenbaum E, Gvoždík V, et al. 2020. Chytrid pathogen (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in African amphibians: a continental analysis of occurrences and modeling of its potential distribution. *Herpetologica* 76: 201–215.
- Zimkus BM, Rödel MO, Hillers A. 2010. Complex patterns of continental speciation: molecular phylogenetics and biogeography of sub-Saharan puddle frogs (*Phrynobatrachus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55: 883–900.



**Kouassi Philippe Kanga** is a Ph.D. candidate at the Université Jean Lorougnon Guédé in Daloa, Ivory Coast. His research topic focuses on amphibian diversity and its spatio-temporal dynamics in the Ivorian part of Mount Nimba. Specifically, he aims to link amphibian assemblages with species functions in this ecosystem, and to assess how species react in response to environmental changes.



**N'Goran Germain Kouamé** is an Ivorian herpetologist and biologist. He is senior lecturer and head of the section biodiversity at the Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Ivory Coast, and the current Chair of the West African region of the IUCN SSC Amphibian Specialist Group (ASG). He holds a Diploma and a Ph.D. in natural sciences from the Université d'Abobo-Adjamé (actually Université Nangui Abrogoua), Abidjan, Ivory Coast, where he used leaf-litter frogs (*Phrynobatrachus* spp.) as models to determine the conservation status of the Banco National Park, one of the rare remaining primary forests situated in the midst of a West African mega-city. His current research interests mainly focus on the taxonomy, ecology, distribution, and conservation of rare, threatened, and new amphibian species in Ivory Coast.

## Amphibians of the Nimba Mountains (Ivorian part)



**Parfait Zogbassé** is a postgraduate of the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast) with an M.Sc. in Herpetology. His current research focuses on the taxonomy, systematics, and population ecology of grassfrogs (*Ptychadena* spp.) in western Ivory Coast. Parfait also teaches natural sciences in a secondary school in Daloa as a public servant for the Ivorian government.



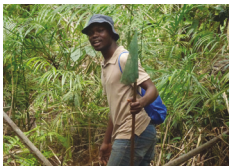
**Basseu Aude-Inès Gongomin** is a Ph.D. candidate at the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast). Her current research topic focuses on the taxonomy, DNA barcoding, and population ecology of endemic amphibians of the Ivorian part of the Nimba Mountains.



**Konan Laurent Agoh** is a postgraduate student at the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast) with an M.Sc. in Herpetology. His research interest focuses on the diversity and ecology of amphibian assemblages in forest fragments of the valley of Bandama River, an area which lies between Lamto Faunal Reserve (central Ivory Coast) and Banco rainforest (southern Ivory Coast).



**Akoua Michèle Kouamé** is a recent graduate of the Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Ivory Coast) with a Ph.D. in Herpetology. Her research focused on the life-history of reedfrogs in Azagny National Park, a Ramsar site situated in southern-central Ivory Coast. Her research was supervised by Professor Abouo Béatrice Adepo-Gourène and Dr. N’Goran Germain Kouamé.



**Jean Christophe Béhibro YN Konan** is a recent graduate of the Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Ivory Coast) with a Ph.D. in Herpetology. His research interests focus on the diversity, taxonomy, systematics, ecology, and conservation of amphibians in Azagny National Park, a Ramsar site situated in southern-central Ivory Coast. His research was supervised by Professor Abouo Béatrice Adepo-Gourène and Dr. N’Goran Germain Kouamé.



**Abouo Béatrice Adepo-Gourène** is a professor at the Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Ivory Coast). Her research focuses on using animal genetics to better predict gene expression. She is interested in the taxonomy and systematics of freshwater crustaceans, and the conservation of Ivorian amphibians.



**Germain Gourène** is the professor and founder of the “Laboratoire d’Environnement et de Biologie Aquatique” at the Université d’Abobo-Adjamé (actually Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Ivory Coast). His research focuses on the systematics and taxonomy of fishes, with an emphasis on Africa; other areas covered include ecology and aquaculture. In addition to his research interest on fishes, Germain is interested in the conservation of aquatic invertebrates and amphibians in the Banco National Park. Germain has served as Vice-President and President of the University of Abobo-Adjamé for 10 years, and was elected as deputy of the locality of Kounahiri (Central Ivory Coast) from 2012–2016.



**Mark-Oliver Rödel** is the head of the department of “Diversity Dynamics” at the Museum für Naturkunde, Berlin, Germany. He has studied the systematics, taxonomy, biogeography, and ecology of African amphibians for almost 30 years. With his group, comprising students from around the world, he currently runs projects in Germany, Guinea, Ivory Coast, Cameroon, Mozambique, and Malaysian Borneo. His special interest is on how species and ecological communities react to environmental changes. He has authored or co-authored more than 350 scientific publications, including several books.



**Appendix.** Checklist of the amphibian species recorded in some mountain, highland, and lowland areas of the western part of the Upper Guinean zones. Abbreviations: LF = Lowland Forest; LMEF = Lowland to Mid-Elevation Forest; DCF = Diéké Classified Forest (Rödel et al. 2004); FD = Fouta Djallon Highlands (Hillers et al. 2008a; Barej et al. 2015); MB = Mount Béro (Rödel et al. 2004); MN (Guinea) = Mount Nimba in Guinea (Guibé and Lamotte 1958a, 1963; Laurent 1958; Schiötz 1967; Lamotte and Ohler 1997, 2000; Rödel et al. 2004; Barej et al. 2015; Sandberger-Loua et al. 2018; Schäfer et al. 2019); MP = Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003); MS = Mount Sangbé National Park (Rödel 2003; Barej et al. 2015); SR = Simandou range (Parker 1936; Taylor 1968; Rödel and Bangoura 2004); TNP = Tai National Park (Rödel and Ernst 2004; Ernst et al. 2006); ZCF = Zياما Classified Forest (Böhme 1994a,b; Chabanaud 1920, 1921). Literature records follow recent taxonomic changes.

Taxa	Western Ivory Coast				Guinea					
	Mountain and highland areas			LF	Mountain and highland areas					LMEF
	MN (this study)	MP	MS	TNP	FD	MB	MN	SR	ZCF	DCF
<b>Dermophiidae</b>										
<i>Geotrypetes pseudoangeli</i>								X		
<i>Geotrypetes seraphini</i>				X			X	X	X	
<b>Arthroleptidae</b>										
<i>Arthroleptis crusculum</i>	X						X			
<i>Arthroleptis krokosua</i>							X			
<i>Arthroleptis poecilnotus-complex*</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Astylosternus occidentalis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Cardioglossa occidentalis</i>	X			X		X	X	X		X
<i>Leptopelis bufonides</i>					X					
<i>Leptopelis macrotis</i>	X			X			X	X		X
<i>Leptopelis occidentalis</i>	X		X	X						
<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Leptopelis viridis</i>	X	X	X		X		X	X	X	
<b>Bufoidea</b>										
<i>Nimbaphrynoides occidentalis</i>	X						X			
<i>Sclerophrys chevalieri</i>				X		X	X	X	X	X
<i>Sclerophrys maculata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sclerophrys regularis</i>	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Sclerophrys taiensis</i>				X						
<i>Sclerophrys togoensis</i>	X			X		X	X	X		X
<b>Conrauidae</b>										
<i>Conraua alleni</i>	X		X			X	X	X		X
<i>Conraua</i> sp. 'fouta'					X					
<b>Dicroglossidae</b>										
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<b>Hemisotidae</b>										
<i>Hemisis guineensis</i>		X		X						
<i>Hemisis marmoratus</i>	X		X				X	X		
<b>Hyperoliidae</b>										
<i>Acanthixalus sonjae</i>				X						
<i>Afrixalus dorsalis</i>	X		X	X		X	X	X	X	X
<i>Afrixalus fulvovittatus</i>	X					X	X	X	X	X
<i>Afrixalus nigeriensis</i>				X						
<i>Afrixalus vibekensis</i>				X						
<i>Afrixalus vittiger</i>			X					X		
<i>Afrixalus weidholzi</i>			X				X		X	

## Amphibians of the Nimba Mountains (Ivorian part)

**Appendix (continued).** Checklist of the amphibian species recorded in some mountain, highland, and lowland areas of the western part of the Upper Guinean zones. Abbreviations: LF = Lowland Forest; LMEF = Lowland to Mid-Elevation Forest; DCF = Diéké Classified Forest (Rödel et al. 2004); FD = Fouta Djallon Highlands (Hillers et al. 2008a; Barej et al. 2015); MB = Mount Béro (Rödel et al. 2004); MN (Guinea) = Mount Nimba in Guinea (Guibé and Lamotte 1958a, 1963; Laurent 1958; Schiötz 1967; Lamotte and Ohler 1997, 2000; Rödel et al. 2004; Barej et al. 2015; Sandberger-Loua et al. 2018; Schäfer et al. 2019); MP = Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003); MS = Mount Sangbé National Park (Rödel 2003; Barej et al. 2015); SR = Simandou range (Parker 1936; Taylor 1968; Rödel and Bangoura 2004); TNP = Taï National Park (Rödel and Ernst 2004; Ernst et al. 2006); ZCF = Ziama Classified Forest (Böhme 1994a,b; Chabanaud 1920, 1921). Literature records follow recent taxonomic changes.

Taxa	Western Ivory Coast				Guinea					
	Mountain and highland areas			LF	Mountain and highland areas				LMEF	
	MN (this study)	MP	MS	TNP	FD	MB	MN	SR	ZCF	DCF
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	X	X	X	X		X	X	X		X
<i>Hyperolius concolor</i>	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Hyperolius fusciventris fusciventris</i>	X	X		X		X	X	X	X	X
<i>Hyperolius guttulatus</i>	X	X	X	X			X			X
<i>Hyperolius igbettensis</i>			X					X		
<i>Hyperolius lamottei</i>	X	X				X	X	X		
<i>Hyperolius nimbae</i>	X									
<i>Hyperolius nitidulus</i>			X		X	X	X	X	X	
<i>Hyperolius occidentalis</i>					X					
<i>Hyperolius picturatus*</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hyperolius soror</i>	X			X			X		X	
<i>Hyperolius cf. sylvaticus</i>	X			X						
<i>Hyperolius zonatus</i>			X	X		X	X		X	X
<i>Hyperolius sp. 'lamtoensis'</i>				X						
<i>Hyperolius sp. 'Ziama'</i>									X	
<i>Hyperolius sp.</i>	X									
<i>Kassina arboricola</i>		X	X							
<i>Kassina cochranæ</i>	X						X	X	X	
<i>Kassina fusca</i>			X		X					
<i>Kassina lamottei</i>				X						
<i>Kassina schioetzi</i>		X	X							
<i>Kassina senegalensis</i>			X		X					
<i>Phlyctimantis boulengeri</i>		X		X						X
<b>Odontobatrachidae</b>										
<i>Odontobatrachus arndti</i>	X		X				X			
<i>Odontobatrachus fouta</i>					X					
<i>Odontobatrachus natator</i>						X		X		
<i>Odontobatrachus smithi</i>					X					
<i>Odontobatrachus ziama</i>								X	X	
<b>Phrynobatrachidae</b>										
<i>Phrynobatrachus alleni</i>	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Phrynobatrachus annulatus</i>	X			X			X	X		
<i>Phrynobatrachus calcaratus</i>			X	X	X		X			
<i>Phrynobatrachus francisci</i>	X		X							
<i>Phrynobatrachus fraterculus</i>	X			X			X	X		X
<i>Phrynobatrachus guineensis</i>	X			X			X	X		X
<i>Phrynobatrachus guttuosus*</i>	X	X	X	X			X	X		X

**Appendix (continued).** Checklist of the amphibian species recorded in some mountain, highland, and lowland areas of the western part of the Upper Guinean zones. Abbreviations: LF = Lowland Forest; LMEF = Lowland to Mid-Elevation Forest; DCF = Diéké Classified Forest (Rödel et al. 2004); FD = Fouta Djallon Highlands (Hillers et al. 2008a; Barej et al. 2015); MB = Mount Béro (Rödel et al. 2004); MN (Guinea) = Mount Nimba in Guinea (Guibé and Lamotte 1958a, 1963; Laurent 1958; Schiötz 1967; Lamotte and Ohler 1997, 2000; Rödel et al. 2004; Barej et al. 2015; Sandberger-Loua et al. 2018; Schäfer et al. 2019); MP = Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003); MS = Mount Sangbé National Park (Rödel 2003; Barej et al. 2015); SR = Simandou range (Parker 1936; Taylor 1968; Rödel and Bangoura 2004); TNP = Taï National Park (Rödel and Ernst 2004; Ernst et al. 2006); ZCF = Ziama Classified Forest (Böhme 1994a,b; Chabanaud 1920, 1921). Literature records follow recent taxonomic changes.

Taxa	Western Ivory Coast				Guinea					
	Mountain and highland areas			LF	Mountain and highland areas					LMEF
	MN (this study)	MP	MS	TNP	FD	MB	MN	SR	ZCF	DCF
<i>Phrynobatrachus latifrons</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Phrynobatrachus liberiensis</i>	X	X	X	X		X	X	X		X
<i>Phrynobatrachus natalensis</i>	X		X		X	X	X	X		X
<i>Phrynobatrachus phyllophilus</i>	X	X		X			X	X		X
<i>Phrynobatrachus plicatus</i>		X	X	X		X	X	X		X
<i>Phrynobatrachus taiensis</i>				X						
<i>Phrynobatrachus tokba</i>	X		X	X	X	X	X		X	X
<i>Phrynobatrachus villiersi</i>				X						
<i>Phrynomantis microps</i>			X							
<b>Pipidae</b>										
<i>Xenopus tropicalis</i>	X	X	X	X			X	X	X	X
<b>Ptychadenidae</b>										
<i>Ptychadena aff. aequiplicata*</i>		X	X	X			X	X	X	X
<i>Ptychadena arnei</i>	X									
<i>Ptychadena bibroni</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Ptychadena longirostris</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Ptychadena mascareniensis*</i>			X	X		X	X	X	X	X
<i>Ptychadena oxyrhynchus</i>	X				X		X	X		
<i>Ptychadena pujoli</i>	X						X			
<i>Ptychadena pumilio</i>	X		X	X	X	X		X		X
<i>Ptychadena retropunctata</i>	X					X	X	X		
<i>Ptychadena schillukorum</i>		X								
<i>Ptychadena stenocephala</i>	X		X							
<i>Ptychadena submascareniensis</i>	X					X	X	X		
<i>Ptychadena superciliaris</i>				X			X	X	X	X
<i>Ptychadena tellinii</i>			X		X					
<i>Ptychadena tournieri</i>	X						X	X		
<i>Ptychadena trinodis</i>					X					
<b>Pyxicephalidae</b>										
<i>Aubria subsigillata</i>				X						
<b>Ranidae</b>										
<i>Amnirana fonensis</i>								X		
<i>Amnirana galamensis</i>			X							
<i>Amnirana occidentalis</i>				X			X	X	X	X
<i>Amnirana</i> sp. 'albolabris west'	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<b>Rhacophoridae</b>										
<i>Chiromantis rufescens</i>	X	X		X						X
<b>Total number of species</b>	53	29	44	53	26	28	56	52	31	39

## RESUME

Cette étude, effectuée en Côte d'Ivoire, dans la Réserve Nationale Intégrale du Mont Nimba, porte sur la diversité et la dynamique spatio-temporelle du peuplement d'amphibiens. L'analyse des paramètres physiques de l'environnement, la diversité taxonomique, la dynamique spatio-temporelle des amphibiens et leur statut biogéographique ont été faites. Ceci, afin de connaître la population d'amphibiens en vue de contribuer à la protection à long terme de cette réserve unique. Pour ce faire, des échantillonnages systématiques ont été effectués dans 20 sites, grâce aux données écologiques et aux techniques visuelle et acoustique. Les résultats obtenus montrent que cette réserve est très diversifiée avec 53 espèces, 18 genres et 12 familles. Ainsi, *Artrroleptis crusculum* et *Ptychadena retropunctata* ont été collectées pour la toute première fois, une nouvelle espèce, *Hyperolius* sp. jamais découverte dans le monde a été capturée et *Odontobatrachus arndti* et *Phrynobatrachus fraterculus* ont été capturés pour la seconde fois, en Côte d'Ivoire. Un total de 10815 spécimens d'amphibiens, est dominé par les *Phrynobatrachidae*, les *Hyperoliidae* et les *Ptychadenidae*. Concernant la distribution spatiale, la présence des espèces typiques de forêt, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus phyllophilus*, *Hyperolius chlorosteus* et *Leptopelis macrotisdans* indique que les habitats fermés sont bien conservés et des espèces indicatrices de milieux perturbés, *Afrixalus fulvovittatus*, *Phrynobatrachus francisci* et *Ptychadena longirostris*, montre les habitats clairsemés sont perturbés. En ce qui concerne la distribution temporelle, les amphibiens anoures sont plus abondants en nombre et en espèce uniquement en saison pluvieuse. Ainsi, leur distribution est influencée par la pluie, la température et l'humidité relative de l'aire. Toutefois, *Nimbaphrynoides occidentalis* (CR) et *Hyperolius nimbae* (EN), typiquement endémiques à cette réserve, sont menacées d'extinction selon la Liste rouge de l'UICN. Elles sont exposées aux feux de brousse, dans les prairies d'altitude en saison sèche et aux activités humaines à la périphérie de la réserve. Le nombre important d'espèces non menacées montre une bonne conservation de la réserve du côté de la Côte d'Ivoire, contrairement à la partie Guinéenne qui est sous l'exploitation minière.

**Mots clés :** Amphibiens, Biodiversité, Conservation, Côte d'Ivoire, Distribution, Endémique, Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

## ABSTRACT

This study, carried out in Côte d'Ivoire, in the Mount Nimba National Integral Reserve, focuses on diversity and the spatio-temporal dynamics of amphibian populations. The analysis of the physical parameters of the environment, taxonomic diversity, spatio-temporal dynamics of amphibians and their biogeographical status have been made. This, in order to know the amphibian population with a view to contributing to the long-term protection of this unique reserve. To this end, systematic sampling was carried out at 20 sites, thanks to ecological data and visual and acoustic techniques. The results obtained show that this reserve is very diverse with 53 species, 18 genera and 12 families. Thus, *Artrroleptis crusculum* and *Ptychadena retropunctata* were collected for the very first time, a new species, *Hyperolius* sp. never discovered in the world was captured and *Odontobatrachus arndti* and *Phrynobatrachus fraterculus* were captured for the second time in Côte d'Ivoire. A total of 10815 amphibian specimens, is dominated by *Phrynobatrachidae*, *Hyperoliidae* and *Ptychadenidae*. Regarding the spatial distribution, the presence of typical forest species, *Phrynobatrachus guineensis*, *Phrynobatrachus phyllophilus*, *Hyperolius chlorosteus* and *Leptopelis macrotisdans* indicates that closed habitats are well conserved and indicator species of disturbed environments, *Afrixalus fulvovittatus*, *Phrynobatrachus francisci* and *Ptychadena longirostris*, shows sparse habitats are disturbed. In terms of temporal distribution, anura amphibians are more abundant in numbers and species only in the rainy season. Thus, their distribution is influenced by rain, temperature and relative humidity of the area. However, *Nimbaphrynoides occidentalis* (CR) and *Hyperolius nimbae* (EN), typically endemic to this reserve, are threatened with extinction according to the IUCN Red List. They are exposed to bushfires, in high-altitude meadows in the dry season and to human activities on the periphery of the reserve. The large number of non-threatened species shows good conservation of the reserve on the Côte d'Ivoire side, unlike the Guinean part which is under mining.

**Keywords :** Amphibians, Biodiversity, Conservation, Ivory Coast, Distribution, Endemic, Mount Nimba Integral Nature Reserve.